FUNKSCHAU 7

Zeitschrift für Rundfunk- und Fernsehtechnik, Hi-Fi, Elektronik und Mikrocomputer

51. Jahrgang
30. März 1979
DM 3,50
öS 32.– sfr 3,90

8 Seiten MIKROCOMPUTER

Quasi-Paralleltonkanal für den Fernsehton
Europa-Fernsehtuner mit MOSFET

Tonarm mit elektronischer Regelung
Bauanleitung: Alarmzentrale – preisgünstig und komfortabel

1. Hannover-Messeheft

Ein Stein kam ins Rollen

„Inzwischen haben Ihre Aktion und die zugrundeliegende Veröffentlichung ein breites Echo gehabt", schreibt uns der Justitiar des Hessischen Rundfunks, Wolfgang Lehr. Treffender und sachlicher kann man es nicht ausdrücken. Unter „Aktion" ist die weite Verbreitung des Artikels von Egon Koch „Tonrundfunkempfänger mit unzulässigen Frequenzbereichen" aus Heft 2/1979 zu verstehen[1]). Wir verschickten Sonderdrucke an alle Bundestagsabgeordneten, an Postdienststellen bis hinauf zum Bundespostminister persönlich, an die Rundfunkanstalten, an maßgebliche Zeitschriften etc. Ein mühsames, aber anscheinend lohnendes Unterfangen.

Einige Dutzend Abgeordnete des Bundestages, darunter zwei seiner Vizepräsidenten, haben spontan geantwortet – ausschließlich positiv! Vier Bundestagsabgeordnete brachten Anfragen an die Bundesregierung ein und erhielten prompt Antwort. Unser Bundespostminister schrieb an alle Bundestagsabgeordneten und meinte, daß es „völlig unzutreffend ist, daß jeder Rundfunk- und Fernsehteilnehmer in Unkenntnis der für die Geräte geltenden Vorschriften von strafrechtlichen Sanktionen bedroht ist". Die FUNKSCHAU sei offensichtlich falsch informiert.

Sind wir das? Wohl kaum, denn würde sich sonst die Postkommission (in der die Rundfunkanstalten mit der Bundespost gemeinsam sitzen) der Sache annehmen, würde sonst der Bayerische Rundfunk dem Problem in seiner Reihe „BR intern" eine eigene Sendung widmen? Die Deutsche Presse-Agentur brachte einen sehr umfangreichen Artikel zum Thema, der in den Zeitungen hervorragend ankam.

Wahr ist, daß die FUNKSCHAU einen Stein ins Rollen brachte, der schon längst hätte bewegt werden müssen. Es trifft einfach nicht zu, daß jeder Käufer eines Empfangsgerätes darüber informiert ist, daß er nach dessen FTZ-Prüfnummer hätte fragen müssen. Was weiß Herr Jedermann vom § 15 des famosen Fernmeldeanlagengesetzes aus dem Jahr 1928? Nichts weiß er, vor allem versteht er nicht, daß man unzulässige Geräte zwar herstellen, importieren und verkaufen (also auch kaufen) darf, nicht aber benutzen. Derlei Schizophrenie ist für den Bundesbürger unverständlich.

Ein paar aufklärende Pressemeldungen der Bundespost, die kaum beachtet wurden, Postwurfsendungen, an die sich niemand erinnert, sind kein ausreichendes Feigenblatt. Mag sich Minister Gscheidle jetzt darauf zurückziehen, daß der gesamte Komplex „demnächst" im Rahmen der Harmonisierung der EG-Gesetzgebung und daher nicht mehr auf nationaler Ebene behandelt wird – das hilft jenen Menschen nicht, die vor dem Kadi stehen und mit Bußen oder Bußgeldern belegt werden. Der Bundesregierung ist vorzuwerfen, diese Unsicherheiten jahrzehntelang geduldet zu haben, die durch mangelhafte Sachkenntnis der Justizbehörden noch verschärft wurden.

Bonn soll endlich klare Gesetze schaffen.

Karl Tetzner

[1]) Siehe auch Seite 385 und 386 in diesem Heft mit Leserstimmen und einer Ergänzung.

Leitartikel — Ein Stein kam ins Rollen 5

Leserbriefe 8

FUNKSCHAU aktuell
- Marinesatelliten im praktischen Einsatz 11
- Farbfernsehsystem mit hoher Auflösung 12
- Farbkameras für Audiovision 12
- Ein Videorecorder mit Longitudinalaufzeichnung 14

Informationen 42

FUNKSCHAU express — Aktuelle Nachrichten 345, 346, 347, 348

Farbfernsehempfänger
- Quasi-Paralleltonkanal für störungsfreien Fernsehton 349

Halbleiter
- Spannungsregler mit integriertem Gleichrichter 352

Satelliten
- Symphonie – vier Jahre im Weltraum 353

Bauelemente
- Magnetblasen-Speicher von TI 357
- Der Quarz – Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften 1. Teil 369
- Die Linearisierung von NTC-Temperaturfühlern 382

Elektronik
- Künstliche Induktivität hoher Güte für Nf-Schwingkreise 358

Fertigungstechnik
- Thermisches Verziehen von IC-Masken 360

Röhren
- Das Gyrotron – eine Hochleistungs-Elektronenröhre für Ultramikrowellen 361
- Farbbildröhre mit nur einer Strahlenkanone 376

Rundfunktechnik
- „Aber die Wellen, die aus dem Ausland kommen..." 363

Fernsehempfänger
- Europa-Fernsehtuner mit MOSFET 364
- Fernseh-Stereo-Kassettengerät ... 381

Stromversorgung
- Direktumwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom, 1. Teil 373

Meßtechnik
- Spektralanalysator mißt von 100 Hz bis 22 GHz 377

Antennen
- Kurzwelle bei Gemeinschafts-antennenanlagen? 378

Farbfernsehtechnik
- Zeilentransformatoren für Farbfern-sehgeräte mit integrierter Hochspannungserzeugung 379

Nachrichtentechnik
- Können „ETIs" unser Radar abhören? 384

Rundfunkempfänger
- Nochmals: Tonrundfunkempfänger mit unzulässigen Frequenzbereichen 385

Zum Titelbild:

Mit einem MOSFET ist die VHF-Vorstufe des Europa-Fernsehtuners von Saba bestückt. Seine Konzeption und seine technischen Daten ermöglichen einen Einsatz für die wichtigsten europäischen Standards sowie für Kabelfernsehen (siehe Seite 364). (Aufnahme: Saba)

Quasi-Paralleltonkanal für störungsfreien Fernsehton

Seite 349

Um die Probleme zu beseitigen, die hinsichtlich der erreichbaren Tonqualität bestehen, wenn Bild- und Tonträger bis zum Ausgang des Video-Demodulators gemeinsam verarbeitet werden, haben Siemens und Grundig das Quasi-Parallelton-Verfahren entwikkelt. Damit ist es gelungen, den Störabstand auf über 50 dB anzuheben. Selbst bei total übermodulierten Sendern (Restträger 1 %) und farbigen Schrifteinblendungen bleibt immer noch ein Störabstand von 40 dB erhalten, während dies bisher zu einem Störabstand von 0 dB geführt hat.

Inhalt

Der Quarz – Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften

Seite 369

Schwingquarze sind als frequenzbestimmende Elemente in Schwingschaltungen weit verbreitet. Um die Einsatzmöglichkeiten, aber auch die Grenzen – besonders bei kritischen Anwendungsfällen – aufzuzeigen, werden in diesem Beitrag die Wirkungsweise und die wichtigsten Eigenschaften von Schwingquarzen zusammenfassend dargestellt. Dabei wird auch auf die verschiedenen Gehäuseformen, in welche die Quarzschwinger eingebaut werden, und deren Einfluß auf die Langzeitstabilität eingegangen.

Alarmzentrale – preisgünstig und doch komfortabel

Seite 403

Die Zentrale ist oft der komplizierteste und teuerste Teil einer Alarmanlage, weil sie bei komfortablen Anlagen neben der Steuerung meistens noch verschiedene andere Funktionen zu erfüllen hat. Die hier beschriebene Zentrale zeichnet sich dagegen durch einen sehr einfachen und preisgünstigen Aufbau aus, der jedoch nicht auf Kosten der gebotenen Möglichkeiten geht. Die Bedienung erfolgt über einen Schlüsselschalter, wobei für das Ein- und Ausschalten Verzögerungszeiten wirksam sind.

Elektroakustik mit Hi-Fi

Tonarm mit elektronischer Regelung 387
Tonabnehmer mit niedriger effektiver Nadelmasse 390
Metallpartikelband 391
Kassettenrecorder mit zwei Bandgeschwindigkeiten 392
Hi-Fi-Nachrichten 392

Mikrocomputer

Mikrocomputer – Eine kleine Einführung, 13. Teil 393
Lern-System 394
Der Profi „PET" ist da 395
Europa-Heimcomputer 395
ASCII-Eingabe – so ganz nebenbei 396
Viel Computer für wenig Geld 398
µC-Nachrichten 399
Programm zur Spulenberechnung mit TI-59 400
16-bit-Bausatzsystem 400

Tonspeicherung

Von der Tonwalze zur Bildplatte, 36. Teil 401

Praxis & Hobby

Alarmzentrale – preisgünstig und doch komfortabel 403
Einfaches Leitungssuchgerät 405
„Echte" Frequenzeinstellung beim 2-m-Synthesizer 405
Platine für das Bandzählwerk 406
2-m-Empfänger mit dem IC SL 664, 2. Teil 407
Schaltungskniff: Klirrarmer Sinusgenerator 408

Service

Defekter Hochspannungsanschluß 409
Bild wird in der oberen Hälfte nicht ausgeschrieben 409
Ausfall der automatischen Bildröhrenentmagnetisierung 410

Rubriken

Neue Bücher 411
Neue Druckschriften 412
Neuheitenmarkt 121

Vorschau

2. Hannover-Messeheft
Rechnergesteuerte Fertigung und Qualitätssicherung von Ablenkspulen
Lithographie-Techniken für höchstintegrierte Schaltungen
Zur Kennzeichnung von Widerständen
Schachcomputer – eine Herausforderung besonderer Art

Praxis & Hobby
Ein Miniatur-DCF-77-Empfänger
Einfaches Leitungssuchgerät
Die Umkehrung von NTC-Widerständen
Sensortasten mit gegenseitiger Auslösung

Heft 8 erscheint am 12. April 1979 · Preis 3,50 DM

Leserbriefe

Zuschriften unserer Leser sind immer willkommen – Kürzungen müssen wir uns vorbehalten.

Die Zukunft des Magnetbandes

FUNKSCHAU 1979, Heft 1, Seite 33...34

Mich wundert, daß im Zusammenhang mit den neuentwickelten Metallbändern immer nur von einer Herabsetzung der Bandgeschwindigkeit bei Videorecordern gesprochen wird, nicht aber von einer Herabsetzung der Geschwindigkeit bei Tonkassettenrecordern. Neben den bisher beklagten elektroakustischen Eigenschaften hat doch die Tonkassette einen ganz entscheidenden Nachteil: Die maximal mögliche Spieldauer ohne Unterbrechung beträgt lediglich 60 Minuten. Und dazu ist noch die sehr problematische C-120-Kassette erforderlich! Längere Rundfunksendungen, wie z. B. Hörspiele, können nur mit Unterbrechung aufgenommen werden. Der Tonkassettenrecorder wäre das ideale Speichermedium für Sprache, wenn man zusätzlich noch die Bandgeschwindigkeit 2,38 cm/s einführen würde. Im Jahre 1974 habe ich bei den führenden Herstellern von Tonkassettenrecordern angefragt, ob die Einführung einer zweiten Bandgeschwindigkeit in Betracht gezogen würde. Man hat mir durchweg geantwortet, daß dafür am Markt kein Bedarf bestehen würde. Davon bin ich persönlich nicht so sehr überzeugt. Vielleicht könnte die Funkschau diese Frage einmal unter ihren Lesern zur Diskussion stellen?

Noch ein Argument ließe sich für die zusätzliche Einführung einer halbierten Bandgeschwindigkeit bei Tonkassettenrecordern finden: Es würden insgesamt weniger Tonkassetten verkauft werden, und dieses würde geringeren Rohstoffbedarf bedeuten. Kassettengehäuse plus Kassettenschatulle verbrauchen vermutlich erheblich mehr Erdöl als das ganze Band.

Dipl.-Ing. Horst Richter, Paderborn

Wo bleibt die ‚Schlüsselkassette'?

Die Entwicklung der Tonbänder macht offenbar rasante Fortschritte. Wie schön! – Immer neue sagenhafte Fähigkeiten, immer neue glitzernde Namen. Man kommt kaum noch mit.

Ich jedenfalls nicht. Ich habe es aufgegeben, mein teures Kassettengerät anhand nicht existierender Vergleichslisten immer wieder umzustellen, zumal sich unter meinen rund 400 Kassetten auch noch viele aus den ersten Jahren befinden. Ich resignierte eines Tages und ließ den Umschalthabel stehn, wo er steht. Es ist mir zu verwirrend... Und wie mir, so wird es Millionen gehn.

Hat eigentlich noch nie einer darüber nachgedacht, daß es ein Kinderspiel wäre, dem Kassettenkäufer diese Sorge völlig abzunehmen? Man brauchte an den Außenrändern der Kassetten nur ein paar Schlitze oder versenkte Steuerkurven anzubringen, durch die der Recorder automatisch optimal eingestellt wird; Mehrpreis pro Kassette weniger als nichts. Eine lächerlich simple Sache. Ein paar Entwickler setzen sich zusammen, um sich darüber klarzuwerden, was man eigentlich umschalten möchte. Daß solche ‚Schlüsselkassetten' nachher auch in alten Geräten verwendet werden könnten, ohne Unheil anzurichten, braucht wohl nicht mehr gesagt zu werden.

Vor mir steht ein hochmodernes Gerät. Es hat Rundfunk- und Kassettenteil und sage und schreibe 52 Knöpfe oder Hebelchen. Manche haben noch mehr. Mir aber ist von alledem so dumm, als ging mir ein Mühlrad im Kopf herum.

Weniger wäre mehr!

Eduard Rhein, Genf

Dorn im Auge

Es wurmt einen Fernseh-Einzelhändler, wenn seine Tätigkeit in der Werbung wie „Der mit dem roten Blitz macht alles wieder in Ordnung" propagiert wird. Festzustellen ist: Der Fernseh-Einzelhändler darf keine Steckdosen montieren, überhaupt keine Elektroinstallation vornehmen – er hat es ja nicht gelernt, und die Innung verbietet es ihm. Dennoch darf er Fernsehgeräte oder Antennen reparieren, aber wehe, ein Antennenverstärker muß montiert werden, wo keine Steckdose vorhanden ist. Die notwendige Installationsarbeit muß an einen Elektrofachmann vergeben werden. Der Kunde reagiert meist sauer, wenn man ihm dies erklärt; außerdem ist das schon eine Art Eigen-Abwerbung, denn die Elektrofirma montiert ja auch Antennen.

Elektromeister scheinen also (fast) alles zu können. Sie dürfen sogar Fernsehgeräte reparieren und dafür Lehrlinge ausbilden.

Nun sind beide Berufe der gleichen, nämlich der Elektroinnung angeschlossen. Bei den Fernsehtechniker-Betrieben herrscht Unzufriedenheit, da die Elektroinnung zu eingleisig arbeitet. Hier sollten gezielte Maßnahmen auch in der Werbung ergriffen werden – aber nicht nach dem Motto: „Der mit dem roten Blitz..."

Hermann Sack und Günter Hemmersbach, Rundfunk- und Fernsehtechnikermeister, Nürnberg

Noch immer aktuell

Es ist lange her, daß Sie unseren Artikel „Aktiver Lautsprecher mit kapazitiver Membrangegenkopplung" in der FUNKSCHAU 1975, Heft 22, Seite 118...121, veröffentlicht haben. Um so mehr freut es uns, daß wir Ihnen berichten können:

Die Abhandlung wird in Fachkreisen bis heute beachtet;
Teile davon wurden von anderen Fachzeitschriften nachgedruckt;
der Artikel war die einzige Unterlage bei der Prüfung eines Patentantrages der Firma Siemens.

Wir haben schon damals vorhergesagt, daß den gegengekoppelten Aktivboxen die Zukunft gehört, und wir hoffen, daß wir noch viele Konkurrenten bekommen. Vielleicht muß ich mich dann in einigen Jahren nicht mehr von einem Fachhändler belehren lassen: „Aktivboxen bringen technisch nichts und sind eine Modeerscheinung, die bald verschwinden wird."

F. Müller, Backes & Müller GmbH, 6650 Homburg

Industrie INLAND

Die MBO Schmidt & Niederleitner GmbH & Co. KG, München, konnte ihren Umsatz einschließlich ihrer Tochtergesellschaft in Hongkong 1978 um 62 % auf 83 Mio. DM steigern, wovon 14 Mio. DM auf das durch die Währungskursverhältnisse erschwerte Auslandsgeschäft entfielen. Der Ertrag wird als befriedigend bezeichnet, obwohl die Personal- und Materialkosten vor allem bei Quarzuhren kräftig gestiegen sind. Die erstaunliche Umsatzausweitung ist die Folge einer „aggressiven Preis- und Verkaufspolitik" (so sagte Lorenz Niederleitner). „Wir werden auch in Zukunft die Schnelleren sein. Die Umsatzentwicklung ermöglicht uns Eigenentwicklungen bei Halbleiterherstellern und damit eine eigene Technologie." Bei Tisch- und Taschenrechnern verfügt MBO nach eigener Angabe über das breiteste Marktangebot. Von insgesamt 1,5 Mio. verkauften Rechnern waren 150 000 druckende Tischrechner. Im Vorjahr fielen die Rechnerpreise um 20 %; in diesem Jahr dürften es erneut 10 % sein. Gegenwärtig werden in München monatlich 35 000 Quarzuhren hergestellt, aufgeteilt auf fast 150 Modelle. Jedoch reicht die Fertigungskapazität nicht aus. Produktionsziel für 1978: 1,2 Mio. Uhren. – Der Einstieg in die Unterhaltungselektronik mit japanischen Produkten sei „lohnend aber sehr hart" gewesen. Stereo-Radiorecorder laufen gut, Fernsehspiele verzeichnen eine leichte Stagnation, Uhrenradios werden forciert.

Die Hans Knürr KG – Mechanik für Elektronik – war 1978 äußerst erfolgreich. Der Außenumsatz des Stammhauses wuchs um 17,2 % auf 28,1 Mio. DM. Um die Bestellungen zügiger abzuwickeln, wurden die Fertigbestände um 1,4 Mio. DM erhöht. Der Auftragseingang hat die 30-Mio. DM-Grenze überschritten; es werden z. Z. 274 Mitarbeiter beschäftigt. Die 1975 gegründete Knürr AG in der Schweiz war ebenfalls erfolgreich, sie steigerte ihren Jahresumsatz um 0,9 auf 2,7 Mio. sFr. Die Beteiligung an der englischen Vertriebsfirma Daturr Ltd. wurde auf 81,2 % erhöht, die an der norwegischen Vertriebsfirma Jana Tekniske liegt jetzt bei 64 %. – Für 1979 erwartet die Hans Knürr KG einen Umsatz von 32 Mio. DM vornehmlich durch Zunahme bei den Standardprodukten; der Sonderfertigungsanteil dürfte prozentual (heute 22 %) zurückgehen.

Wega erwägt im Zuge einer Umstrukturierung der Produktion die weitgehende Verlegung der Fertigungskapazitäten des Werkes Herxheim/Pfalz in das Stammhaus Fellbach bei Stuttgart. Betroffen wären 200 Mitarbeiter, die sicherlich nur zum Teil bereit sind, nach Fellbach umzusiedeln. Wega ist nach der Übernahme vor drei Jahren weitgehend in den weltweiten Produktionsverbund der Sony Corp. einbezogen, jedoch macht die Fertigung von Hi-Fi-Anlagen im Hochlohnland Deutschland aus preislichen Gründen immer mehr Schwierigkeiten. Außerdem hat Sony in einigen Fabriken in Niedriglohnländern freie Kapazitäten, so daß es auf die Dauer offenbar wenig Sinn hat, teure Hi-Fi-Anlagen im Land der höchsten Löhne zu produzieren. – Die Schwierigkeiten betreffen ausschließlich den Hi-Fi-Sektor, der europaweit unter schärfstem Konkurrenzdruck steht. Bei Farbfernsehgeräten verzeichnet Wega keinerlei Lagerbestände. Die Tagesproduktion von rd. 250 Stück fließt glatt ab; die Fertigung wurde außerordentlich rationalisiert, insbesondere durch Verbesserung der Fördertechnik im Werk, das jetzt 650 Mitarbeiter beschäftigt. Die neuen XCS-Chassis werden teilweise vorfabriziert aus Japan geliefert und in Fellbach assembliert. – Das Werk Herxheim hat eine wechselvolle Geschichte. Ursprünglich hatten es die Gebr. Jäger für die Fertigung von Kofferempfängern eingerichtet (Akkord-Radio). 1969 übernahm es die Bosch-Gruppe für Blaupunkt. 1973 sollte es stillgelegt werden, wurde dann aber von Wega gekauft, hier wurden unter der Firma Wega Hi-Fi-GmbH Hifi-Anlagen produziert. 1975 kam Wega dann zur Sony Corp. und wurde produktionsmäßig eng in den Konzern eingebunden.

Sennheiser Electronic, Wedemarkt bei Hannover, konnte seinen Umsatz 1978 um 10 % auf 55 Mio. DM steigern, wobei eine Preiserhöhung um 2 % im Durchschnitt mithalf. 1979 sind 15 % Umsatzsteigerung eingeplant einschließlich einer Preisanhebung um 3 % per 1.4.1979. – Heute bestreiten Kopfhörer fast die Hälfte des Gesamtumsatzes; vor zehn Jahren waren es erst 1 %. Sennheiser gibt heute für Forschung und Entwicklung 11 % vom Umsatz aus; das ist doppelt so viel wie der Durchschnitt der Elektroindustrie.
45 % der Produktion werden exportiert, davon geht ein Viertel in die USA; dieser Markt nimmt jährlich 100 000 Kopfhörer auf, womit Platz 2 in den USA erreicht wurde. Sennheiser investiert jährlich 2...2,5 Mio. DM und damit deutlich mehr als die Abschreibungen einbringen. Das Unternehmen beschäftigt 980 Mitarbeiter, davon 250 im Zweigwerk Burgdorf bei Hannover. – Die Inhaber sind Prof.-Dr.-Ing. Sennheiser (Komplementär der KG) und sein Sohn Dr. Jörg Sennheiser (Kommanditist). Man arbeite, so wurde betont, ohne Bankkredite!

Die Uher-Werke GmbH & Co. KG., München, die zur Hoessrich-Gruppe gehört, will sich langsam und vorsichtig vom Image einer Spezialfabrik für Tonbandgeräte entfernen. Geplant ist eine Bewegung in Richtung Vollsortimenter auf dem Hi-Fi-Gebiet, u.a. durch den Vertrieb von Boxen. Vom Gesamtumsatz des Geschäftsjahres 1977/78 (30. Juni) in Höhe von 70 Mio. DM (+ 2 %) entfielen rd. 90 % auf Geräte der Unterhaltungselektronik. Uher hält weiterhin seinen Anteil am

Farbbildröhrenwerk Esslingen fertigt Trinitron-Röhren

Nach langen, öfter unterbrochenen Verhandlungen haben die ITT Bauelemente Gruppe Europa, zuständig für das Esslinger Bildröhrenwerk, und die Sony Corp., Tokio, einen Vertrag über die Auftragsfertigung von 22-Zoll-Trinitron-Farbbildröhren ab 2. Halbjahr 1979 für die Sony-Farbfernsehgerätefabrik in Großbritannien unterzeichnet. Die Röhren sind ausschließlich für den internen Bedarf der europäischen Sony-Gesellschaften bestimmt. Die Stückzahl ist durch die freie Kapazität des Esslinger Werkes begrenzt. Die Fertigung der 22-Zoll-Trinitron-Farbbildröhre zusätzlich zum Heliochrom-Farbbildröhrenprogramm bedeutet einen Transfer von Wertschöpfung aus dem Fernen Osten, der einen neuen Beitrag zur Sicherung der Arbeitsplätze im Esslinger Werk darstellt.
Die Trinitron-Farbbildröhre ist eine sehr spezielle Version einer Bildröhre, die mit keiner anderen Bildröhrentechnologie am Markt austauschbar ist. Aus diesem Grund wird dieses Projekt keinen Einfluß auf das europäische Marktgefüge in diesem Segment haben.
Zusätzlich erfahren wir, daß zunächst an 60 000 Trinitron-Bildröhren gedacht ist. Die beschirmten Bildfenster, die eigentümlichen Spanngittermasken auf dem schweren Spannrahmen und die Systeme kommen aus Japan, desgleichen die Montagemaschinen; die Bildröhrenkolben stellt Esslingen. Es handelt sich also schlicht um eine Montage. Aus dem Hause ITT Bauelemente Gruppe Europa wird lapidar erklärt: Wir müssen zusehen, den durch den ruinösen Preiswettbewerb des Ostblockes verursachten Ausfall der Schwarzweiß-Bildröhrenfertigung irgendwie auszugleichen. Übrigens ist der Vertrag mit Hitachi über die Herstellung kleinformatiger Farbbildröhren in Esslingen ausgelaufen.
Die Auftragsfertigung in Esslingen mag überraschen – aber wahr ist auch, daß, wenn Sony nicht das Werk Esslingen als Partner gewonnen hätte, irgend eine andere Bildröhrenfertigung diesen Lohnauftrag übernommen hätte. Für Sony ergibt sich ein gewisser Vorteil schon aus Transportgründen; Trinitron-Röhren sind wegen ihrer eigentümlichen Konstruktion unverhältnismäßig viel schwerer als die anderen Bildröhren.

an sich schrumpfenden Markt von Spulentonbandgeräten; dieser Zweig machte in der ersten Hälfte des Geschäftsjahres 1978/79 nur noch 50 % vom Umsatz aus – vor der Übernahme durch die Hoessrich-Gruppe waren es 80 % gewesen. 40 % entfallen heute auf Kassetten-TB-Geräte, der Hi-Fi-Sektor bringt es zunächst nur auf 10 %. – Durch forcierte Kostensenkung konnte die Ertragslage verbessert werden. Uher beschäftigt noch 600 Mitarbeiter, davon 200 im Werk Bubach/Obb. Der Betrieb Asch-Leeder bei Landsberg/Lech ist schon Mitte 1977 geschlossen worden. Kurzarbeit ist nicht geplant, auch keine nennenswerte Reduzierung der Belegschaft. Der Export nimmt weiterhin rd. 40 % der Produktion auf.

Weitere Kurzarbeit angemeldet:
Im Mainzer Glaswerk der Schott-Gruppe begann am 11. März für 470 Mitarbeiter der Fernsehglasabteilung (rd. 10 % der Gesamtbelegschaft des Mainzer Werkes) Kurzarbeit für die kommenden sechs Wochen, aufgeteilt in drei Phasen. Schott zahlt den Betroffenen einen Sozialzuschuß, der rd. $^1/_3$ des Einkommensverlustes abdeckt.

Zur Person

Dipl.-Kaufm. Wolfgang Weiss, Geschäftsführer der Georg Neumann GmbH, Berlin, vollendete am 24. März sein 50. Lebensjahr. Nach dem Studium in Göttingen und Berlin sammelte er zwei Jahre in Kanada Erfahrungen als Betriebsorganisator. Im Oktober 1959 trat er bei Georg Neumann ein, ein Jahr später wurde er Prokurist und Leiter des kaufmännischen Bereiches; später übernahm er (bis 1973) auch die Verkaufsleitung.

Dr. A. Jaspersen, bisher Leiter des AEG-Verkaufsbüros Nord II, Hannover, wurde Nachfolger von *Peter Hengstmann,* bis Januar Vertriebschef In- und Ausland von AEG-Telefunken (Konsumgüter).

Peter Burkowitz, Polygram, dort Chef von dem, was der international orientierte Konzern als „Recording, Studios & Audio Engineering" bezeichnet, wurde im Herbst 1978 zum Präsidenten der weltweit renommierten Audio Engineering Society (AES) für die Zeit Herbst 1979 bis Herbst 1980 gewählt. Er ist der erste Nicht-Amerikaner in dieser Position.

Dr.rer.nat. Jochen von Bonin, General Manager der ITT Bauelemente Gruppe Europa (Deutschland, Österreich, Schweiz) und Vorstandsmitglied der Standard Elektrik Lorenz AG, ist am 22. März 1979 50 Jahre alt geworden. Nach dem Studium der Naturwissenschaften und Chemie trat er 1959 bei der SEL in Nürnberg ein. Hier befaßte er sich speziell mit der Entwicklung der Tantalkondensatoren, wurde 1961 Laborleiter und 1962 Assistent der Geschäftsleitung, dann 1965 Leiter des Erzeugnisgebietes Kondensatoren und 1968 Werkleiter für den Bereich passive Bauelemente; noch im gleichen Jahr übernahm er die Unternehmensgruppe Bauelemente. Seine heutige Position hat er seit 1972 inne. Seither konnte er den Gruppenumsatz von 450 auf 750 Mio. DM steigern. von Bonin hat sich auch einen Namen durch Vorträge und Pressegespräche zum Thema Bauelemente gemacht; sein umgängliches Wesen schafft ihm viele Freunde.

Dipl.-Kaufm. Rudolf Scharpff, einer der zwölf Geschäftsführer der Robert Bosch GmbH, Stuttgart, wird das Unternehmen zum 1.7.1979 verlassen. Er ist im Vorstand u. a. für die Blaupunkt-Werke verantwortlich; in dieser Eigenschaft wird ihn **Dipl.-Ing. Kurt Schips** ersetzen, der ebenfalls dem Bosch-Geschäftsführerkreis angehört.

Jean B. van Malderen wurde neuer Gebietsmanager der GTE Sylvania N.V. für den Markt der Fernsehgeräte-Hersteller in Benelux und Frankreich.

Dr. Walter Schaffernicht, Ulm, ist am 19. Februar 75 Jahre alt geworden. Er war 1934 als wissenschaftlicher Mitarbeiter zur AEG gekommen, wo er sich bevorzugt mit der Elektronenoptik und der Röhren- und Infrarottechnik befaßte. Nach 1945 arbeitete er zunächst in der AEG-Röhrenfabrik Clausthal-Zellerfeld als Entwicklungs- und Produktionsleiter, wo vornehmlich Oszilloskopröhren hergestellt wurden. Nachdem diese Produktion nach Ulm verlegt wurde, zeichnete er für die Bildröhrenproduktion verantwortlich, und ab 1964 sah man ihn als Leiter der gesamten Röhrenentwicklung.

Klaus Deisler, 33, ist seit dem 1. Januar 1979 bei Loewe Opta, Kronach, für den Vertrieb Inland verantwortlich. Bis Ende des Vorjahres leitete er die Nordmende-Vertriebsgesellschaft West.

Dedy Saban ist neuer Marketing Direktor Europa bei Motorola Semiconductor, Genf. Er trat 1962 bei Motorola ein, ging 1968 zu Fairchild und war 1970 bis 1975 Direktor für das weltweite Marketing bei ITT Semiconductors. Nach weiteren Positionen in anderen Halbleiterfirmen kam er 1977 erneut zu Motorola. Sein Vorgänger in der jetzigen Tätigkeit, *Piero Martinotti,* ging in sein Heimatland Italien zurück und wurde General Manager bei Weber, der Vergaser-Division von Fiat.

Kurz berichtet

Die Grundig-Fernsehgerätefabrik in der Freihandelszone Nantze bei Kaoshiung im Süden von Taiwan – wir berichteten über einen Besuch in Heft 5/1979, S. 231, **erhielt zusammen mit zwei weiteren Unternehmen die Goldmedaille für die „sauberste Fabrik" in der Zone.** ● Die Deutsche Bundespost bietet in diesem Jahr rd. **15 000 Schulabgängern, graduierten Ingenieuren und Hochschulabsolventen einen Ausbildungsplatz;** 1978 waren es 14 000 gewesen. ● **Frankreich will 1983 über zwei eigene Fernmeldesatelliten verfügen.** Die Kosten werden auf rd. 1,2 Mrd. F (rd. 540 Mio. DM) geschätzt. ● Die italienische Fernsehgesellschaft RAI bestellte **bei der RCA weitere 36 tragbare Farbfernsehkameras vom Typ TK-76;** der Gesamtbestand an Kameras dieses Typs wird dann 50 erreichen. ● Im Januar 1980 wird **die erste österreichische Erdefunkstelle für die Teilnahme am Intelsat-Satellitenverkehr in Betrieb genommen.** Sie steht bei Aflenz/Steiermark und dürfte um 300 Mio. öS (rd. 43 Mio. DM) kosten. ● Die private englische Gesellschaft Audio + Video Ltd., London, **bestellte einen zweiten Farbfernseh-Normwandler vom Typ Dice bei Marconi** für die elektronische Wandlung von 625 Zeilen/Pal in 525 Zeilen/NTSC und umgekehrt. ● **Im Herbst ds. Jahres beginnt in der Schweiz ein Probelauf mit dem Bildschirmtext-System,** wobei allerdings nur 70 Teilnehmer zugelassen werden. Je ein Drittel kommt aus Kreisen der schweizerischen PTT, aus der Industrie und von privaten Interessenten. 1980/81 ist dann ein Marktversuch mit mehreren hundert Teilnehmern geplant. ● **In den USA gibt es z. Z. 829 Kabelfernsehnetze mit extra zu bezahlenden Kanälen („Pay TV"), die 5,4 Mio. Teilnehmer bedienen.** An der Spitze steht der Staat Kalifornien mit rd. 700 000 Teilnehmern. ● **Der wegen seiner Einstrahlstörungen „berühmte" Funkrufsender Waldenbuch, Kr. Böblingen,** ist jetzt nach langen Versuchen in den regulären Dauerbetrieb überführt worden. Die Anlage arbeitet im Gegensatz zu den anderen Funkrufsendern mit Frequenzmodulation. ● **Als 10 000. Teilnehmer am Funkruf der Bundespost wurde in der Oberpostdirektion Hannover der Kameramann Horst Meisborn ermittelt;** er bekam ein gebührenfreies Jahr geschenkt. Die Bundespost rechnet in diesem Jahr mit einer Verdoppelung der Teilnehmerzahl auf 20 000. ● **Die französische Elektronikgruppe Thomson-Brandt ist grundsätzlich bereit, VHS-Recorder selbst zu bauen.** Bisher wurden die Geräte komplett von JVC Tokio bezogen. Bekanntlich hat sich die Firma Nordmende, an der Thomson-Brandt eine Mehrheitsbeteiligung hält, auch für VHS entschieden und bereits beträchtliche Verkaufserfolge erzielen können.

Industrie AUSLAND

Mindestens 7000 Bildplattenspieler für das VLP-System will die General Motors Corp. von der MCA Corp. erwerben und in ihren Verkaufsräumen in den USA und Kanada für Werbezwecke aufstellen. Diese VLP-Spieler sind von der Universal Pioneer Corp.

Die beiden japanischen Firmen Casio und Sharp entwickeln sich bei elektronischen Taschen- und Tischrechnern zu den Marktführern weltweit. Casio hatte im Herbst des Vorjahres seine Monatsproduktion um 20 % auf 1,8 Mio. Geräte pro Monat aufgestockt; Sharp fertigt jetzt 2 Mio. Stück monatlich; beide Firmen dürften im Vorjahr je 18 Mio. Rechner hergestellt haben. Beide Unternehmen berichteten, daß sie jeweils in der ersten Hälfte ihrer Geschäftsjahre ca. 28 Mrd. Yen (rd. 280 Mio. DM) umgesetzt haben.

Obwohl der amerikanische Markt 1978 über 10 Mio. Farbfernsehgerät aufnahm, was einen neuen Rekord darstellt, klagen die amerikanischen Hersteller über die scharf abgesunkene Rendite. GTE mit den Marken Sylvania und Philco befürchtet, im Jahr 1978 keinen Gewinn erwirtschaftet zu haben, obwohl der Stück-Umsatz angezogen hat. Rockwell trennte sich von seiner Fernsehgeräteproduktion (Marke Admiral). Zenith und RCA, die beiden Marktführer mit jeweils rd.20 % Anteil, bedauern ebenfalls den scharfen Rückgang der Rentabilität. Erst Ende 1978 gelang es, die seit rd. vier Jahren konstanten Preise für Farbgeräte etwas anzuheben. Nachdem die Selbstbeschränkungsabkommen über die Farbgeräteimporte aus Taiwan und Korea ausgehandelt wurden, befürchten die Amerikaner, daß nunmehr andere ostasiatische Länder, etwa Singapure und Malaysia, verstärkt in die USA importieren. Das Selbstbeschränkungsabkommen mit Japan ist seit Sommer 1978 in Kraft und wird peinlich genau eingehalten. Inzwischen haben die Japaner aus der Not eine Tugend gemacht und ihre amerikanischen Fertigungsstätten ausgebaut. Sie produzieren dort mehr Farbgeräte als sie je hätten aus Japan in die USA exportieren können. 1978 dürften die Japaner in den USA rd. 2 Mio. Geräte hergestellt haben, also 20 % vom Markt; 1977 waren es rd. 1 Mio. Geräte gewesen. Sony fertigt in seiner Fabrik in San Diego, über die die FUNKSCHAU mehrfach berichtet hat, im Sony-Geschäftsjahr 1977/78 (endend 30.10.) 425 000 Farbgeräte für den US-Markt, weitere 245 000 kamen zusätzlich aus Japan herein.

Grundig France stellte der französischen Wirtschafts- und Fachpresse in Paris die Secam-Version des Videorecorders SVR 4004 vor. Höhepunkt war die Aufzeichnung eines Interviews mit dem kambodschanischen Prinzen Norodom Sihanouk, in dem dieser u. a. seine Erfahrungen mit einem Grundig-Weltempfänger während seiner mehrjährigen Isolierung in Pnom Penh erläuterte. Aus Anlaß der Vorstellung des Secam-SVR 4004 gab Dr. Max Grundig der französischen Hi-Fi-Zeitschrift „Audio" ein Interview, in dem er sagte, daß dieses Gerät zu gegebener Zeit in einem französischen Werk hergestellt werden soll. Grundig hat in Frankreich Fabriken in Creutzwald und Fleurance.

Sender und Programme

Der Mittelwellenempfang des Bayerischen Rundfunks ist aufgrund der neuen Frequenzplanung (Genf 1975) außerordentlich schlecht geworden, nachdem die ausgezeichnete Frequenz 1602 kHz verloren ging. Um einen gewissen Ausgleich zu schaffen, hat der Technische Direktor des Bayerischen Rundfunks, Frank Müller-Römer, durchgesetzt, daß der seit vielen Jahren in München-Ismaning betriebene Kurzwellensender (10 kW, 6085 kHz, d.h. im 49-m-Band) auf 50 kW verstärkt wurde. Seit dem 21.2.1979 strahlt er mit dieser Leistung täglich von 7 bis 16.30 Uhr das MW-Programm ab. Eine weitere Leistungserhöhung wird angestrebt, jedoch ist es fraglich, ob dazu die postalische Genehmigung erteilt wird. Die Frequenz 6085 ist an sich ungünstig; auf 6075 kHz arbeitet die Deutsche Welle mit 500 kW, und nur 5 kHz neben der Münchener Frequenz, auf 6090, betreibt Radio Luxemburg seinen 500-kW-Sender rund um die Uhr.

In Schweden wird das Nah-Radio eingeführt. Schon im März schalteten in den Städten Jönköping und Umea und in zwei kleinen Gemeinden schwache UKW-Hörfunksender ein, die von Verbänden und Vereinigungen aller Schattierungen für die Verbreitung ihrer Meinungen und Anliegen benutzt werden dürfen; weitere 12 Stationen folgen demnächst. Die Sender stellt die Staatliche Telefonverwaltung für eine Monatsmiete von rd. 3400 DM (umgerechnet). Auch die Studios werden vermietet, ihre Einrichtung dürfte jeweils um 10 000 DM kosten. Kommerzielle Werbung ist nicht gestattet, jedoch Verbraucheraufklärung. Ein Komitee von fünf Reichstagsabgeordneten trifft die Auswahl der sich bewerbenden Gruppierungen; es sind bisher rd. 540 Gesuche eingegangen, davon mehr als 50 in Stockholm, wo man wegen des Überangebotes einen 24-Stunden-Sendebetrieb erwägt. Das Vorhaben ist zunächst auf drei Jahre befristet, dann dürften genügend Erfahrungen vorliegen, ob eine Fortsetzung wünschenswert ist. – Ältere FUNKSCHAU-Leser erinnern sich, daß in den 50er Jahren fast Identisches von einer Gruppe senderunabhängiger Rundfunkfachleuten vorgeschlagen wurde. Das Projekt nannte sich „Kleine Lizenzen". Daß es nicht zum Zuge kam, versteht sich bei der Monopolstruktur des deutschen Rundfunks fast von selbst.

„Auch 1979 solider Unterhaltungselektronik-Markt"

Berichte von Verbänden müssen optimistisch gehalten sein; eine Mitteilung des Fachverbandes Unterhaltungselektronik im ZVEI macht keine Ausnahme. Hier ist die Rede von einem Zuwachs dieser Industriezweige um 5 % für das laufende Jahr gegenüber 1978. Der Absatz von Videorecordern soll sich der Prognose zufolge 1979 verdoppeln, die Verkäufe von Farbfernsehgeräten dürften sich auf einem hohen Niveau stabilisieren, und der Absatz hochwertiger Hi-Fi-Anlagen nimmt zu. Dem Bericht zufolge wird der Lagerbestand von Farbgeräten (verbandsamtlich mit 614 000 per 31.12.1978 genannt) kurzfristig durch Preiszugeständnisse und Kurzarbeit abgebaut. Die Käufe von Ersatz- und Zweitgeräten werden zunehmen, nachdem die Versorgung der bundesdeutschen Haushalte mit Farbgeräten 60 % erreicht hat.

Vom Jahr 1978 heißt es: Bei Farbgeräten konnten 7,1 % mehr als 1977 abgesetzt werden, bei Farbportables waren es 42,1 % mehr (also: der Verkauf von großen Farbempfängern muß stark rückläufig gewesen sein. Die Haushaltversorgung mit Hi-Fi-Geräten (hier wird offenbar nur das Gerät gezählt, das der DIN 45 500 entspricht) hat zwischenzeitlich 40 % erreicht. Für 1979 ist man optimistisch und räumt den Komponenten ganz zuerst große Chancen ein. Aber auch der Inlandsverkauf von Kompaktanlagen nach DIN 45 500 kletterte im Vorjahr um 11 %.

Die Ertragslage hat sich verschlechtert, der Konkurrenzdruck, vor allem auf Auslandsmärkten, verstärkt sich. Positiv hingegen wird in dem Bericht die Attraktivität der deutschen Farbfernsehgeräte eingeschätzt, die nach Meinung ausländischer Experten weltweit Spitzenerzeugnisse sind.

Erfolgreiche Hobbytronic

Zu einer „Perle" hat sich die Hobby-tronic entwickelt, teilt die Ausstellungsgesellschaft Westfalenhalle in Dortmund mit. Die Besucherzahl stieg um 32,3 % auf nicht weniger als 46 700. Erstaunlicherweise kamen die Besucher von weit her angereist – mehr als ein Drittel legten 200 km und mehr zurück. Sehr positiv wurde die Einrichtung des Händlertages (7. 3.) gewertet, an dem ausschließlich Fachleute Zutritt hatten. Das gegenüber 1978 erweiterte Aktionszentrum bildete einen besonderen Anziehungspunkt. – Für die Ende Februar 1980 stattfindende Hobby-tronic '80 werden 14 000 m² Fläche bereitstehen (ausführlicher Bericht in Heft 9/1979).

Veranstaltungen und Termine

Auf der Hannover-Messe 1979 (18. bis 24. April) werden in Halle 7 erstmalig die deutschen Fachinformationssysteme vorgestellt, aufgebaut nach dem Förderprogramm der Bundesregierung für „Information und Dokumentation (IuD-Programm). Die Koordination und die Gestaltung des Messestandes liegt bei der Arbeitsgemeinschaft der Fachinformationszentren, Frankfurt (AG-FIZ). Es werden 20 Arbeitsgebiete erfaßt, darunter auch „Elektrotechnik, Feinwerktechnik, Kraftfahrzeugwesen, Maschinenbau" und „Energie, Physik, Mathematik". Die Informationssysteme erfassen die fachlichen, weltweit erscheinenden Publikationen und Veröffentlichungen. Eine Reihe von Fachinformationssystemen verfügt schon über eigene Datenbanken auf Großrechnern. In Hannover werden diese Dienstleistungen mit Datensichtstationen vorgeführt, die On-line-Verbindungen zu den Rechnern haben.

Die International Telecommunication Union (ITU/UIT) hat drei Seminare zur Vorbereitung der Entwicklungsländer auf die Weltnachrichtenkonferenz Genf 1979 (WARC) organisiert. Jedes dauert zwei Wochen. Das erste begann am 12. Februar in Nairobi/Kenia für afrikanische Länder, das zweite lief vom 12. bis 23. März in Panama für lateinamerikanische Nationen; das dritte ist für den 29. März bis 10. April in Sydney/Australien für Asien und Pazifik terminiert. Die ITU verspricht sich von diesen intensiven Vorbereitungsarbeiten einen besseren Verlauf der WARC (24. September bis 30. November).

Vom 29. bis 31. Mai wird in Nürnberg der alle zwei Jahre stattfindende Deutsche Ingenieurtag durchgeführt. Er steht unter dem Motto „Zukunftssicherung im Wandel der Strukturen". Damit sollen den 70 000 Mitgliedern des größten kontinentalen Ingenieurverbandes Westeuropas Denkanstöße gegeben werden. Auf der Plenarsitzung am 29. 5. werden sprechen: BMFT-Chef Dr. Volker Hauff, Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Bernhard Plettner, Vorsitzender des Vorstandes der Siemens AG, Josef Stingl, Präsident der Bundesanstalt für Arbeit, Prof. Dr.-Ing. H.-J. Warnecke/TU Stuttgart und Prof. Dr. H. Lübbe, ETH Zürich.

The Great British Electronic Bazaar nennt sich eine von Evan Steadman organisierte Elektronik-Verkaufsausstellung, eine Art riesiger Flohmarkt; sie wird vom 28. bis 30. Juni 1979 in der altehrwürdigen Great Hall des Alexandra Palace („Ally Pally") in London abgehalten. Bei der Ausstellerwerbung wurden neue Wege beschritten: Zwar kostet jeder der einheitlich großen Stände 250 engl. Pfund (rd. 950 DM), aber die ersten 25 Anmelder bekommen für diesen Betrag zwei Stände! Die Standvergabe erfolgt exakt nach Eintreffen der Anmeldung, d. h. die besten Stände bekommen die ersten Anmelder. Originell auch der Hinweis, daß die Ausstellung abends um 18 Uhr schließt – wenn aber noch besonders viele Besucher anwesend sind, wird verlängert... Auskünfte: The Great British Electronic Bazaar, 34–36 High Street, Saffron Walden, Essex CB10 1EP.

Das Seminar „Abhörgeräte – Gefahren und Abwehr" wird bei der Technischen Akademie Wuppertal am 21. März durchgeführt. Leiter ist D. Cowling B.A., A.S.I.S. von der Argen Information Services GmbH, Köln (Seminar-Nr. 30509). Themen: Abhörgeräte und Einrichtungen; Art der Drohung; innerbetriebliche Vorbeugungs- und Abwehrmaßnahmen; derzeitige und zukünftige Rechtslage. Kursgebühr 200 DM. Anfragen: Technische Akademie Wuppertal, Hubertusallee 16–18, 5600 Wuppertal 1.

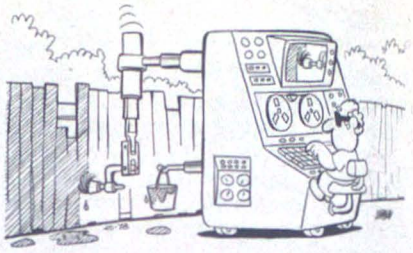
Handel und Vertrieb

Paul Schellhammer, Singen, schied altersbedingt aus dem Vorstand der Interfunk eG aus. Daraufhin wurden neu in den Vorstand die Herren **Otto Manfred Hack,** Göttingen, und **Günther-Talmon Gros,** Ludwigsburg, berufen. Diese beiden ehrenamtlichen Vorstandsmitglieder bilden mit dem Geschäftsführenden Vorstand **Herman Seringer** den Gesamtvorstand.

Seit dem 1. März werden in der Bundesrepublik die Amtron-Bausätze ausschließlich über den Generalvertreter, die Firma Inselectro GmbH, Wesseling, vertrieben. Dieses Unternehmen mit einem Fertigungsbetrieb in der Schweiz und Schwestergesellschaften in Frankreich und Spanien ist auch Alleinvertreter für das Kuriuskit-Programm und die Palmeira-Werkzeuge. Anschrift: Inselectro GmbH, Postfach 1212, 5047 Wesseling/Köln. Geschäftsführer ist *K. Theilen.*

Die rührige Radio- und Fernseh-Fachgroßhandlung Paul Brömmelhaupt KG, Köln, bietet ihren Einzelhandelskunden die Möglichkeit, Mietverträge für höherwertige Geräte der Unterhaltungselektronik über das Großhandelshaus abzuwickeln. Alle Verwaltungsarbeit übernimmt Brömmelhaupt, die Finanzierung erfolgt über die Grundig-Bank, Fürth. Der Einzelhändler muß sich allerdings verpflichten, Reparaturen an defekten Mietgeräten binnen 24 Stunden zu erledigen oder ein Ersatzgerät zu stellen. Der Einzelhändler behält die 1. Mietrate, ab der zweiten muß der Mietertrag an die Bank abgeführt werden. Für die Wartungsgarantie sind ab dem 7. Monat 20 DM monatlich einkalkuliert; das ergibt bei einer Mietlaufzeit von 36 Monaten den Betrag von 600 DM.

Dem immer gut unterrichteten rf-Brief (Informationen für die Rundfunk-Fernsehbranche), Köln, ist zu entnehmen, daß sich die Lage am Schallplattenmarkt zuspitzt. So hat das Dortmunder Schallplattenhaus Nopens „das Handtuch" geworfen. Die Leistungen des Fachhandels beim Schallplattenverkauf werden bei weitem nicht ausreichend von



den Schallplattenproduzenten honoriert. Es wird erneut gefordert, den oft diskutierten „Arbeitskreis Schallplatte" des Einzelhandels ins Leben zu rufen.

Electronic 2000 Vertriebs GmbH, München, hat in 8500 Nürnberg, Vestner Torgraben 3, ein Vertriebsbüro eingerichtet, wo ein Intel-µP-Demonstrationssystem zur Verfügung steht. Leiter ist *Ing. (grad.) Walter Reibmann* (Tel.: 09 11/35 95 66, Telex 06 26 395).

Die Vereinigung der Electronic Distributoren (VED), Frankfurt/Main, wählte für die kommenden zwei Jahre einen neuen Vorstand: 1. Vorsitzender wurde *Siegfried Ruggaber* (elecdis Ruggaber GmbH); 2. Vorsitzender wurde *Günther Fandrich* (Elkose GmbH). Kassenführer: *Wolfgang Thronicke* (Alwin E. Thronicke), Schriftführer: *W. Freiberg* (Retron GmbH).

Personelle Veränderungen bei Akai International GmbH, 6072 Dreieich. Neuer Produktmanager Audio/Video wurde *Peter Rahtgens,* 36. Sein Vorgänger, *Dr. Elschner,* nahm einen Ruf an die Universität Zürich an. Rahtgens war vorher einige Jahre für einen amerikanischen Elektronikkonzern in Tokio, New York und Mailand tätig und ab 1975 Technischer Leiter bei Superscope-Marantz in Dreieich. – *Rolf Zoeger,* 37, übernahm als Regional-Verkaufsleiter die Verantwortung für das Gebiet Bayern. – *Siegfried L. Dawedeit,* 45, ist als Regional-Verkaufsleiter für das Verkaufsbüro Düsseldorf zuständig, er hatte vorher eine ähnliche Position im Raum Dortmund inne. – *Lutz Stoeckius,* 36, ist neuer Außendienstmann im Raum Dortmund. – *Helmuth Behse,* 58, ist neuer Gebietsbeauftragter für Köln, Remscheid, Siegen und Koblenz – *Rudolf Feiertag,* 30, hat als neuer Vertriebsbeauftragter die Bearbeitung des linksrheinischen Raumes – Kleve, Krefeld, Aachen – übernommen.

Die Hitachi Denshi (Europa) GmbH zog am 19. März von Frankfurt nach 6054 Rodgau 1 (Jügesheim), Weisskircher Str. 88, nachdem die vor elf Jahren angemieteten Räume in Frankfurt zu eng wurden. Jetzt stehen 350 m² Büro- und 500 m² Werkstatt-, Lager- und Studiofläche zur Verfügung. Geschäftsführer ist weiterhin Akiyoshi Imoto.

Manfred Rehak, Hans Kriedt

Quasi-Paralleltonkanal

für störungsfreien Fernsehton

In konventionell aufgebauten Fernsehgeräten werden Bild- und Tonträger bis nach dem Video-Demodulator gemeinsam verarbeitet. Um die Probleme zu beseitigen, die dabei hinsichtlich der erzielbaren Tonqualität bestehen, haben Grundig und Siemens gemeinsam das aufwendige sogenannte Quasi-Parallelton-Verfahren entwickelt. Dabei ist es in hohem Maße gelungen, die Vorteile des Intercarrierverfahrens und des klassischen Parallelton-Empfangs zu vereinigen und zugleich deren Nachteile zu vermeiden.

Vor- und Nachteile bisheriger Tonverfahren

Die mit dem üblichen Intercarrierverfahren zur Ton-Zf-Erzeugung arbeitenden Fernsehgeräte erreichen im allgemeinen recht gute Störabstände bis 40 dB. Dennoch kann es mitunter vorkommen, daß Tonstörungen auftreten, die den Störabstand bis auf 0 dB herunterdrücken [1, 2]. Ursachen hierfür sind Gemeinschaftsantennenanlagen mit schlecht eingepegeltem Bild-Tonträgerverhältnis oder Antennensignale mit starken Reflexionen, die zu Auslöschungen führen können. Besonders kritisch erweisen sich dabei farbige Schrifteinblendungen, vor allem gelbe und grüne. Diese Tonstörungen treten um so unangenehmer in Erscheinung, je hochwertiger der Nf-Verstärker und der Lautsprecher ausgelegt sind. Bisher ließen sich diese Störungen nur durch ein aufwendiges Paralleltonverfahren beseitigen, wobei man aber wesentliche andere Nachteile in Kauf nehmen mußte.

Das Paralleltonverfahren

Beim klassischen Paralleltonverfahren wird die Ton-Zf von 33,4 MHz am Tunerausgang abgezweigt und in einem zweiten, speziell auf die Ton-Zf ausgelegten Verstärker aufbereitet und demoduliert. Das erscheint günstig, da der Ton vom Bild getrennt ist und somit keinerlei Beeinflussung durch das Bildsignal erfährt, wie es beim Intercarrierton möglich ist. Selbst bei Ausfall des Bildsenders ist der Ton noch vorhanden, und das lästige Rauschen des Gerätes entfällt. Dieses Verfahren weist aber für die bei uns verwendete Frequenzmodulation des Tonträgers einige wesentliche Nachteile auf, welche die Verbreitung des Paralleltonverfahrens bisher verhindert haben:

- Störhub des Tuneroszillators: Für einen Oszillatorhub von 100 kHz sind bei UHF nur 4 mV Änderung der Abstimmspannung nötig. Durch Einstreuung von Netzbrumm oder von den Ablenkstufen in die Abstimmspannung kann der Oszillator und damit die Ton-Zf moduliert werden. Bei Geräten mit AFC oder Synthesizern entstehen in den Regelschleifen Spannungsschwankungen, welche zwar durch starke Vergrößerung der Regelzeitkonstanten und durch bessere Siebung der Tunerabstimmspannung eliminiert werden könnten, aber zum Versagen des Suchlaufes und zu unnötig langen Umschaltzeiten bei Programmwechsel führen würden. Diese Schwankungen der Oszillatorfrequenz sind natürlich als Nf-Störung hörbar.
- Mikrofonie des Tuners: Mechanische Erschütterungen des Tuners, hervorgerufen z. B. durch die Bässe eines qualitativ hochwertigen Nf-Teils, können zu einer periodischen Verstimmung des Oszillators führen; das ist gleichzusetzen mit einem frequenzmodulierten Signal, welches natürlich demoduliert und damit hörbar wird. Dies kann im Extremfall sogar zu einer Rückkopplung zwischen Lautsprecher und Tuner und damit zur Selbsterregung führen.
- Verstimmung des Tuners: Verstimmungen des Tuners – seien sie gewollt, um einen bestimmten Bildeindruck zu erhalten, oder unbeabsichtigt, beispielsweise durch Temperaturdrift hervorgerufen – erzeugen eine Verstimmung der Ton-Zf. Dadurch kann der Ton-Zf-Verstärker aus seinem optimalen Arbeitsbereich gelangen, was zu einer Verschlechterung der AM-Unterdrückung und damit wiederum zu einer Verschlechterung des Störabstandes führt. Außerdem entsteht dabei ein höherer Klirrfaktor, weil der Demodulator nicht mehr im linearen Bereich der S-Kurve arbeitet. Dem könnte zwar durch eine lange, geradlinige Diskriminatorkennlinie Rechnung getragen werden, aber das verringert wiederum die Nf-Ausgangsspannung und macht einen erhöhten Nf-Verstärkeraufwand erforderlich.

Das Intercarrierverfahren

Den Vorteilen des Intercarrierverfahrens, wie Unempfindlichkeit gegen Verstimmungen des Tuners und geringer Verstärkeraufwand, stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Oberwellen von Rechteckimpulsen des Videosignals, die mit genügender Amplitude in den 5,5-MHz-Ton-Zf-Kanal gelangen, bewirken Knatterstörungen.
- Phasenmodulationen des Bildsenders werden durch die Mischung zwischen Bild- und Tonträger auch dem Ton-Zf-Signal aufgeprägt.
- Übermodulation des Senders verringert den Pegel der 5,5-MHz-Ton-Zf und läßt damit den Ton-Zf-Verstärker aus der Begrenzung kommen.

- Quadraturverzerrungen: Durch das Einseitenbandverfahren bei der Fernsehübertragung, das im Empfänger eine Nyquistflanke verlangt, ist es nicht möglich, die Trägeraufbereitung für den Bild-Zf-Demodulator optimal zu gestalten. Um optimal arbeiten zu können, müßten die Seitenbänder des Bildträgers symmetrisch in Amplitude und Phase am Demodulator anstehen, was bei Zweiseitenbandsendern mit einem einfachen Parallelschwingkreis möglich wäre. Amplitude und Phasenlage würden allein durch diesen Kreis bestimmt (*Bild 1*).

- Durch die Nyquistflanke werden jedoch die Seitenbänder amplitudenmäßig sehr stark unsymmetrisch (*Bild 2*). Die am Demodulator wirksame Hüllkurve setzt sich in diesem Fall aus einer Addition der Durchlaßkurven von Zf-Filter und Demodulatorkreis zusammen (*Bild 3*). Dadurch entstehen in Amplitude und Phasenlage unsymmetrische Spannungen am Demodulator, deren Vektoren als Resultierende eine phasenverschobene Spannung am Demodulator wirksam werden lassen (*Bild 4*) und Verzerrungen und damit Oberwellen von Videosignalen zur Folge haben. Fallen diese in den Durchlaßbereich des Ton-Zf-Verstärkers, z. B. die erste Harmonische von 2,75 MHz oder die Mischung von 1,1 MHz mit dem Farbträger, so entstehen Tonstörungen, da diese Signale amplitudenmäßig in der Größenordnung des Ton-Zf-Signals auftreten.

- Eine gewisse Abhilfe brachte bisher nur ein Dreipunkt-Demodulatorkreis, der die Seitenbänder in Phase und Amplitude so veränderte, daß die resultierende Spannung wieder

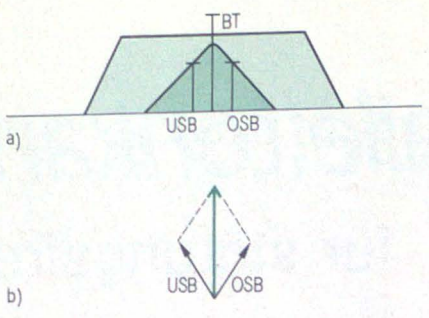


Bild 1. a) Durchlaßkurve für Zweiseitenbandsignal und Zweipunkt-Demodulatorkreis mit eingezeichnetem Träger und Seitenbändern (BT = Bildträger, USB = unteres Seitenband, OSB = oberes Seitenband); b) Vektordiagramm der Seitenbandsignale mit der daraus resultierenden Spannung am Demodulator

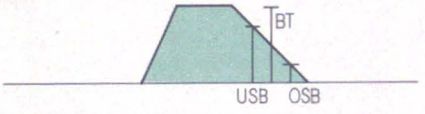


Bild 2. Durchlaßkurve eines Einseitenband-Verstärkers mit Darstellung der sich ergebenden Spannungs-Unsymmetrie der Seitenbandsignale

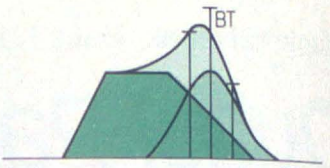


Bild 3. Einfluß der am Demodulator wirksamen resultierenden Hüllkurve auf die Amplituden der Seitenbänder

Bild 4. Vektordiagramm der Seitenbandsignale bei der Einseitenbandtechnik und daraus resultierende Spannung am Demodulator

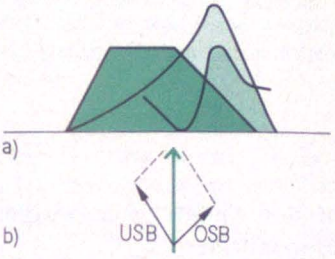


Bild 5. a) Durchlaßkurve des Einseitenband-Verstärkers mit Dreipunkt-Demodulatorkreis und daraus resultierende Hüllkurve; b) Vektordiagramm

mit der ursprünglichen in Phase lag (*Bild 5*). Dies ließ sich jedoch nur für eine Modulationsfrequenz optimal durchführen, und deshalb wurde der Dreipunktkreis für die anfälligste Modulationsfrequenz von 2,75 MHz ausgelegt. Für die restlichen Frequenzen ist er zwar auch wirksam, doch läßt sich kein besserer Störabstand als 40 dB erreichen.

Das Quasi-Paralleltonverfahren

Um all den aufgezeigten möglichen Störfällen des Fernsehtons künftig generell aus dem Wege zu gehen, hat sich Grundig trotz des damit verbundenen wesentlich höheren Aufwandes entschlossen, ein neuartiges Quasi-Paralleltonverfahren einzuführen. Dabei mußte im Prinzip das Intercarrierverfahren, also die Mischung der beiden Träger und die daraus resultierende zweite Ton-Zf von 5,5 MHz beibehalten werden, um die Mängel des Paralleltonverfahrens zu eliminieren (*Bild 6*). Die Nachteile des Intercarrierverfahrens entstehen aber bekanntlich dadurch, daß beide Träger in einem gemeinsamen Verstärker verarbeitet werden, der zwar für die Bild-Zf, jedoch nicht für die Ton-Zf optimal ausgelegt ist.

Beim Quasi-Paralleltonverfahren werden nun beide Träger (38,9 und 33,4 MHz) vor der Selektion durch das Oberflächenwellenfilter [3] mit gleichen Amplituden abgenommen und in einem zweiten, mit einer Spitzenwertregelung versehenen Verstärker (TDA 2840) gesondert verarbeitet. Trotz der

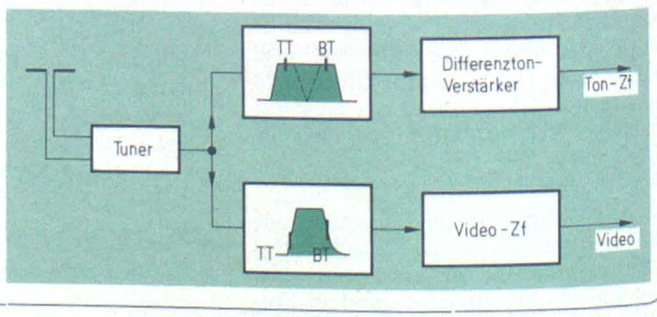


Bild 6. Prinzip des Quasi-Paralleltonverfahrens (TT = Tonträger, BT = Bildträger)

Manfred Rehak (34) besuchte nach seiner Ausbildung als Rundfunk- und Fernsehmechaniker die Berufsaufbauschule. Zunächst war er bei Grundig als Entwickler für gedruckte Schaltungen für Fernsehgeräte tätig, seit 1966 ist er verantwortlich für die Entwicklung von Fernseh-Zf-Verstärkern. 1974 legte er die Meisterprüfung ab.

Ing. (grad.) Hans Kriedt (39) studierte Nachrichtentechnik an der Fachhochschule in Friedberg (Hessen). 1966 trat er bei Siemens in München ein und ist seit 1975 verantwortlich für die Entwicklung bipolarer integrierter Hf-Halbleiterschaltungen.

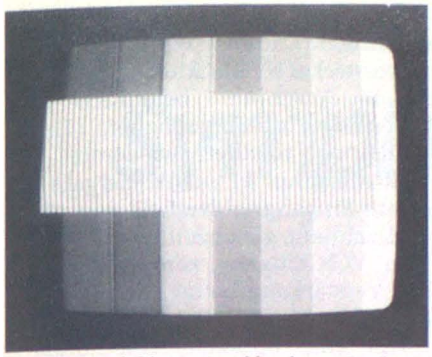


Bild 7. a) Testbild mit eingeblendetem Sineburststreifen, moduliert bis 1 % Restträger;

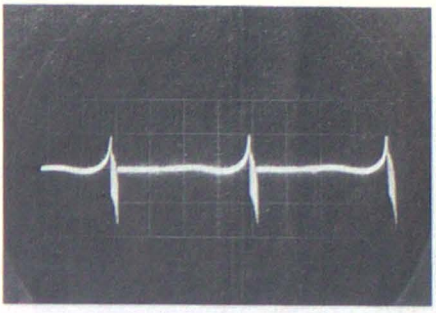


Bild 7 b) Störspektrum am Lautsprecher eines Empfängers mit Intercarrier-Tonteil (Teilung 5 V/cm, Nutzsignal 4 V_{ss}, Störabstand +10 dB);

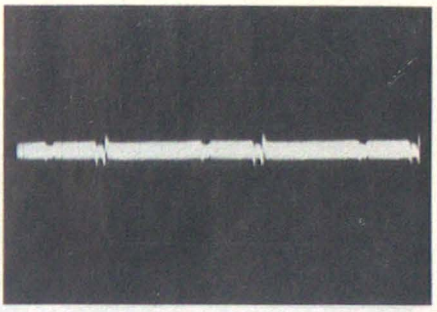


Bild 7 c) Störspektrum bei einem Empfänger mit Quasi-Parallelton (Teilung 50 mV/cm, Nutzsignal 4 V_{ss}, Störabstand −40 dB)

Frequenzmodulation des Tonträgers darf dieser Verstärker aber nicht als Begrenzer arbeiten, da sonst der schwächere Träger unterdrückt würde und somit nicht mehr für die Mischung zur Verfügung stünde.

Durch die gleichwertige Verarbeitung beider Träger (keine Tontreppe mehr) erscheint die 33,4-MHz-Ton-Zf gegenüber dem normalen Intercarrierverfahren um 20 dB angehoben. Die in der Mischstufe entstehende 5,5-MHz-Ton-Zf ist also im Vergleich zu den Quadraturverzerrungen um 20 dB höher. Diese können somit das Tonsignal nicht mehr stören, da sie der nachfolgende 5,5-MHz-Begrenzerverstärker einwandfrei unterdrückt. Durch den Wegfall der Nyquistflanke im Parallelverstärker erfolgt auch die Trägeraufbereitung optimal, und es entstehen somit auch weniger Quadraturverzerrungen, wodurch sich die Störanfälligkeit nochmals reduziert. Um auch Störungen des Bildinhaltes auszuschalten, arbeitet der Demodulator des Parallelverstärkers als FM-Demodulator, so daß die trägernahen Zweiseitenbandanteile stark unterdrückt werden.

Infolge des höheren Pegels der 5,5-MHz-Ton-Zf tritt auch die Störanfälligkeit gegen Übermodulation des Senders nicht mehr auf, da der Ton-Zf-Verstärker immer in der Begrenzung bleibt. Durch die breitbandige Verarbeitung beider Träger ist die Verstimmbarkeit des Gerätes über einen weiten Bereich gegeben, ohne daß dabei der Störabstand nennenswert verschlechtert wird.

Durch das Zusammenwirken all dieser Vorteile ist es gelungen, den Störabstand auf > 50 dB anzuheben. Selbst bei total übermodulierten Sendern (Restträger 1%) und farbigen Schrifteinblendungen bleibt immer noch ein Störabstand von 40 dB erhalten, während dies beim bisherigen Verfahren zu einem 0-dB-Störabstand führen würde (*Bild 7*).

Integrierte Schaltungen des Quasi-Paralleltonkanals

Das Quasi-Parallelton-IC TDA 2840 (*Bild 8*) enthält wie der integrierte Video-Zf-Verstärker TDA 5500 einen regelbaren Breitbandverstärker RV, allerdings mit einem nachfolgenden Koinzidenzdemodulator M zur Erzeugung des Intercarriersignals. Ton- und Bildträger werden dabei gemeinsam über den Regelverstärker RV unbegrenzt an den einen Eingang des Demodulators geführt. Der zweite Eingang wird über den externen 38,9-MHz-Phasenschieberkreis, der die Bildträgerselektion vornimmt, angesteuert. Die am Demodulatorkreis entstandenen Mischprodukte gelangen über einen Tiefpaßverstärker TP mit nachfolgendem Impedanzwandler IW an den Ausgang 3. Dieser kann wegen seines Ausgangswiderstandes von ca. 600 Ω unmittelbar mit einem 5,5-MHz-Keramikfilter zur Tonträgerselektion beschaltet werden.

Zur Erzeugung einer Regelspannung wird dem Zf-Verstärker am Eingang des Demodulators das Zf-Signalgemisch für einen Spitzengleichrichter entnommen. Das amplitudengleichgerichtete und im Spitzenregelverstärker SRV verstärkte Signal wird am Anschluß 2 gesiebt und steuert dann den Regelverstärker.

Als eigentlicher Ton-Zf-Verstärker mit FM-Demodulator dient die zusätzliche integrierte Schaltung TBA 120 T, die sich schaltungsmäßig nicht von den bisher verwendeten Ton-Zf-Verstärkern unterscheidet. Lediglich die eingebaute Nf-Lautstärkeregelung wird hier nicht verwendet. Eine zweistufige Transistor-Zusatzschaltung bewirkt die Aufnahme/Wiedergabe-Umschaltung für den AV-Normanschluß. Um die gewünschte Belastungsunabhängigkeit des Nf-Ausgangs zu erreichen, ist noch eine Impedanzwandlerstufe nachgeschaltet, die den Ausgangswiderstand auf 500 Ω herabsetzt.

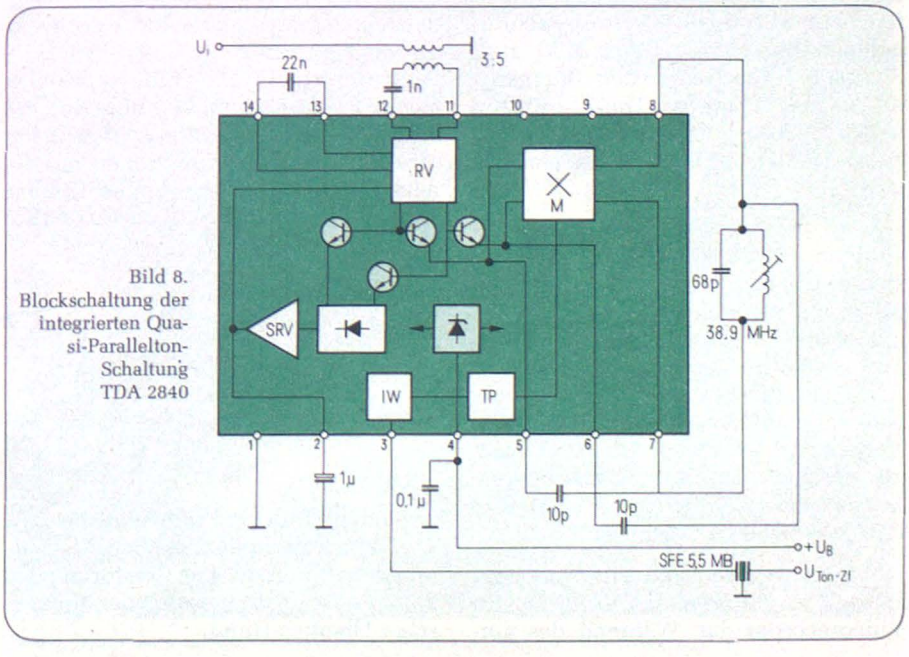


Bild 8. Blockschaltung der integrierten Quasi-Parallelton-Schaltung TDA 2840

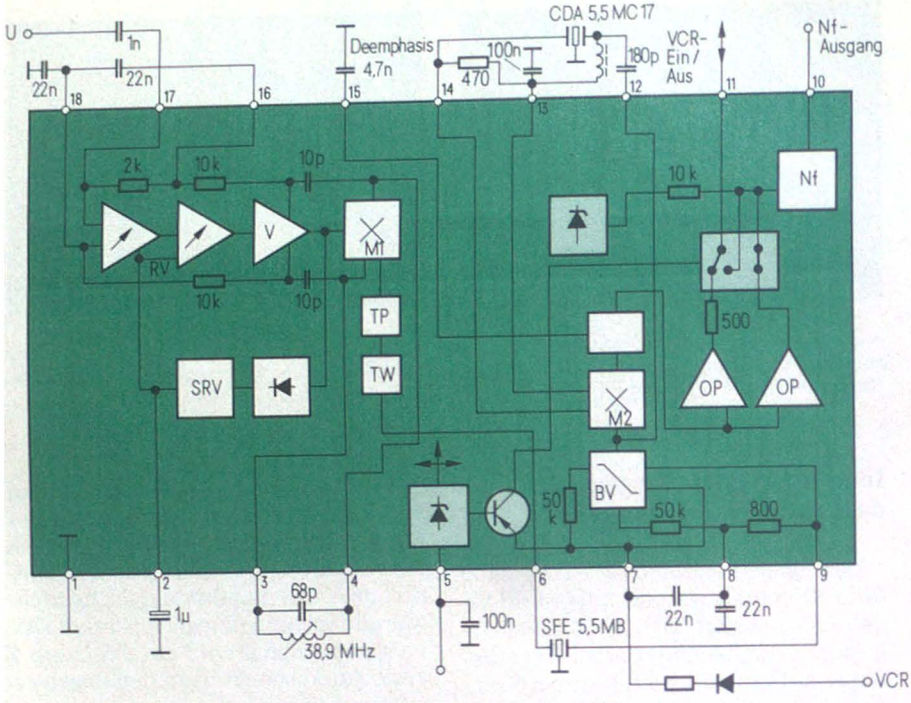


Bild 9. Blockschaltung der integrierten Quasi-Parallelton-Schaltung TDA 4280

Ein noch kompakterer Aufbau des Quasi-Paralleltonkanals ergibt sich durch Bestückung mit dem speziell dafür entwickelten IC TDA 4280 (*Bild 9*). Es enthält neben den beschriebenen Funktionen des TDA 2840 zusätzlich einen Zf-Teil, ähnlich dem TBA 120 T. In abgewandelter Form sind auch der Impedanzwandler sowie die Umschaltung für die AV-Buchse enthalten. Das gemeinsame Zf-Signal, bestehend aus Bildträger (38,9 MHz) und Tonträger (33,4 MHz), wird in den Zf-Eingang 17 des AM-Verstärkers (RV, V) eingespeist. Nach Verstärkung und Demodulation (M 1) gelangt der Zwischenträger über einen Tiefpaß (TP) mit nachfolgendem Impedanzwandler (IW) zum Ausgang 6. Zwischen den Intercarrier-Ausgang 6 und den Ton-Zf-Eingang 9 des Begrenzungsverstärkers ist ein Keramikfilter SFE 5,5 zur Zf-Selektion geschaltet.

Das Ton-Zf-Signal wird in dem achtstufigen FM-Verstärker (Begrenzerverstärker BV) begrenzt und dem für einen Keramikphasenschieberkreis CDA 5,5 ausgelegten Koinzidenzdemodulator M 2 zugeführt. Das Nf-Ausgangssignal des Demodulators wird verstärkt und gelangt an die Ausgänge 10 und 11 im Verhältnis 1 : 2. Der Anschluß 15 dient zur Beschaltung mit dem Deemphasiskondensator, während der Anschluß 10 den Nf-Verstärker ansteuert.

Der Anschluß 11 stellt einen normgerechten Anschluß nach DIN 45 482 für Videorecorder dar. Während des normalen Verstärkerbetriebes arbeitet der VCR-Anschluß als Aufnahmeausgang mit einem Generatorwiderstand von 500 Ω und einer Nf-Amplitude von typisch 600 mV_{eff}. Für die Umschaltung auf VCR-Wiedergabe wird der Arbeitspunkt-Rückführungsanschluß 7 durch die vom Videorecorder gelieferte Schaltspannung mit einem Strom beaufschlagt. Dadurch wird der Begrenzerverstärker BV blockiert und zugleich der am Anschluß 7 befindliche pnp-Transistor durchgeschaltet. Dieser Transistor schaltet wiederum den VCR-Anschluß 11 auf Wiedergabe mit einem Eingangswiderstand von 10 kΩ und schließt gleichzeitig den Nf-Pfad vom VCR-Eingang zum Nf-Ausgang. Die Verstärkung beträgt dabei typisch 0,5.

Um eine optimale Ton-Störunterdrückung zu erreichen, ist der Demodulatorkreis am Anschluß 3–4 auf Störminimum abgleichbar. Dabei wird gleichzeitig durch die FM-Demodulation im ersten Zf-Teil eine ausreichende Zweiseitenbandunterdrückung erreicht. Da dann am Anschluß 6 vorwiegend die Einseitenbandanteile des Videosignals vorhanden sind, unterstützt dies die Störunterdrückung.

Literatur

[1] *Wolf, P.*: Das lästige Intercarrier-Brummen. FUNKSCHAU 1976, Heft 10, S. 394...396.

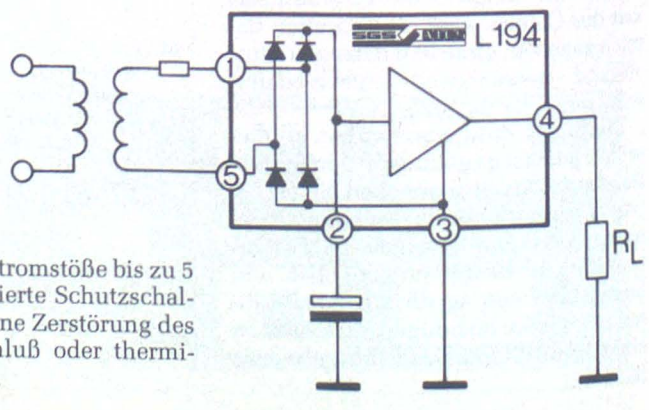
[2] *Schatter, E.*: Ton-Empfangsstörungen beim Fernseh-Empfänger. FUNKSCHAU 1976, Heft 10, S. 397...398.

[3] *Veith, R.; Kriedt, H.; Rehak, M.*: Bild-Zf-Teil mit Oberflächenwellenfilter. FUNKSCHAU 1979, Heft 5, S. 226; Heft 6, S. 311.

Spannungsregler mit integriertem Gleichrichter

Nachdem der integrierte Spannungsregler seinen festen Platz unter den Bauelementen gefunden hat, erweiterte ihn die Firma SGS um einen Brückengleichrichter (*Bild*). Eine spezielle Hochvolt-Hochstrom-Technologie ermöglicht es, den Gleichrichter gemeinsam mit den Reglerfunktionen auf einem Chip zu integrieren. Die Dioden können Spitzenspannungen bis zu 85 V und impulsförmige Stromstöße bis zu 5 A verarbeiten. Integrierte Schutzschaltungen verhindern eine Zerstörung des Bauteils bei Kurzschluß oder thermischer Überbelastung.

Die Spannungsregler-Familie L 194 ist für eine Eingangs-Wechselspannung bis zu 28 V_{eff} ausgelegt und stellt mit einer Genauigkeit von ±5 % eine Ausgangsspannung von 5 V, 12 V oder 15 V zur Verfügung. Die typische Spannungsausregelung liegt bei 75 dB, die Laststromausregelung bei 0,6 %; der maximale Ausgangsstrom beträgt 500 mA.



Der Spannungsregler enthält neben den üblichen Regel- und Schutzschaltungen auch noch eine Brückenschaltung zur Gleichrichtung der Wechselspannung

Wolfgang Engelhardt

Symphonie - vier Jahre im Weltraum

Wenn in der Öffentlichkeit das Thema Raumfahrt erörtert wird, hört man in letzter Zeit immer dringlicher die Frage nach dem Nutzen dieser teuren astronautischen Aktivitäten. Dabei stößt man häufig auf große Informationslücken, denn nur wenige haben eine präzise Vorstellung von den Aufgaben wissenschaftlicher Erdsatelliten. Diese Informationslücken sollen hier am Beispiel des Projekts Symphonie etwas geschlossen werden, dabei handelt es sich um die ersten beiden europäischen Nachrichtensatelliten.

Das deutsch-französische Symphonie-Programm begann im Juni 1967 mit der Unterzeichnung eines beiderseitigen Regierungsabkommens über Planung, Entwicklung, Bau, Start und Nutzung zweier experimenteller Fernmelde-Satelliten sowie den Entwurf und die Errichtung zweier Erdefunkstellen in Frankreich und in der Bundesrepublik Deutschland. Eine bilaterale Organisation auf Regierungsebene vergab die Entwicklung der beiden Satelliten an ein deutsch-französisches Firmenkonsortium (CIFAS), dem auf deutscher Seite Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB), AEG-Telefunken und Siemens angehörten.

Die Symphonie-Programmkosten von fast 490 Mio. DM trugen die beiden Länder zu gleichen Teilen. Mit amerikanischen Raketen wurden die zwei Nachrichten-Satelliten im Dezember 1974 (Symphonie 1) bzw. August 1975 (Symphonie 2) auf ihre geostationären Umlaufbahnen in 35 900 km Höhe befördert und auf dem Schnittpunkt zwischen Äquator und dem 11. westlichen Längengrad über Afrika stationiert. Anfang 1977 wurde Symphonie 2 an einen Standort über dem Indischen Ozean bei 49° östlicher Länge verschoben, um auch asiatische Staaten in das Versuchsprogramm einbeziehen zu können (*Bild 1*).

Guter Einstand

Das Symphonie-Projekt ist sowohl in technologischer als auch in organisatorischer Hinsicht für die Entwicklung künftiger europäischer Nachrichtensatelliten von größtem Wert. Das technologische Novum: Erstmals wurde ein solches Satellitensystem mit der sogenannten Dreiachsen-Stabilisierung ausgestattet, die eine genaue Ausrichtung der Antennen auf bestimmte Gebiete der Erdoberfläche und damit eine wesentlich bessere funktechnische Ausnutzung der Satellitenleistung ermöglicht. Lange Zeit wurden Nachrichtensatelliten in ihren Umlaufbahnen nur drallstabilisiert (aus Gewichtsgründen), so daß nur entdrallte Antennen mit Richtstrahl-Charakteristik, aber nicht so guter Ausricht-Genauigkeit für den Funkbetrieb eingesetzt werden konnten.

Die funktechnischen Leistungen der beiden Symphonie-Satelliten können sich – so wird inzwischen allgemein anerkannt – im internationalen Wettbewerb durchaus sehen bzw. hören lassen. Einerseits wurde mit dem ausgezeichneten Funktionieren der beiden Instrumententräger der hohe Stand der deutschen und französischen Weltraumtechnologie bewiesen, zum anderen aber – und das ist vielleicht das wichtigere Ergebnis des Symphonie-Programms – wurde ein Muster für die Zusammenarbeit zweier europäischer Staaten bei einem so komplexen technologischen Projekt geschaffen.

Bewährung in der Praxis

Seit dem Start unterliegen die beiden Symphonie-Nachrichtensatelliten einem langfristigen Erprobungsprogramm, an dem die zentralen Erdefunkstellen in Frankreich und Süddeutschland, aber auch zahlreiche andere Stationen verschiedener Größe in vielen

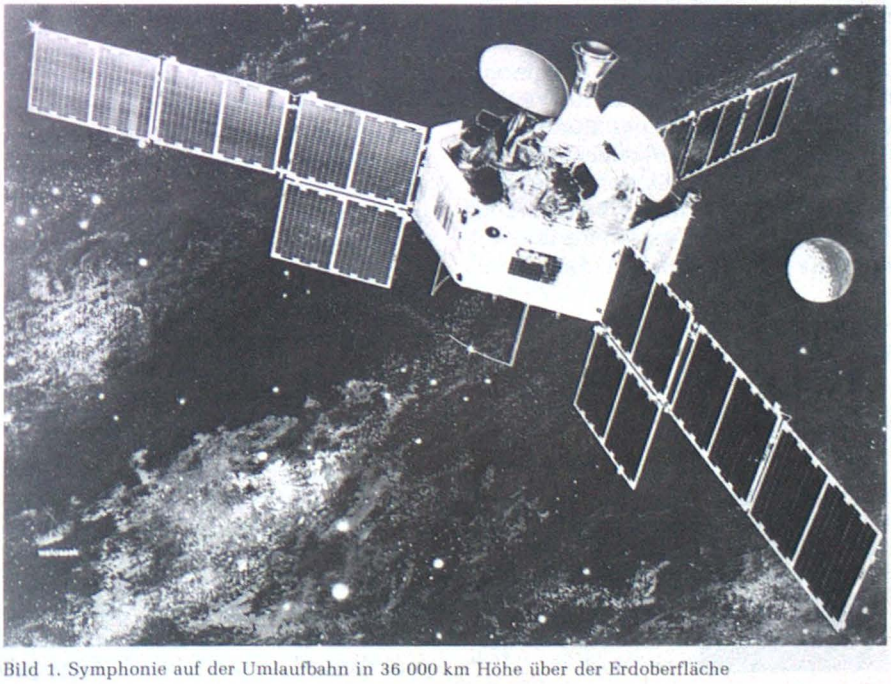


Bild 1. Symphonie auf der Umlaufbahn in 36 000 km Höhe über der Erdoberfläche

Teilen der Welt mitwirken. Bei der Internationalisierung des Symphonie-Programms spielte vor allem Frankreichs Status als Mittelmeer-Anrainer und ehemalige Kolonialmacht eine große Rolle.

Das technische Versuchsprogramm umfaßt grundlegende Funktionsprüfungen des Übertragungssystems, die Festlegung und Optimierung der funktechnischen Parameter sowie die Erprobung neuer Übertragungsverfahren. Mit den beiden zentralen Bodenstationen in Raisting und Pleumeur-Bodou und ihren 16-m-Antennen können über einen Transponder maximal zwei Farbfernseh-Programme (mit Ton) oder 312 Telefongespräche unter Einhaltung strenger Qualitätsnormen übertragen werden. Die Erwartungen der Funktechniker an die Leistungen der beiden Nachrichtensatelliten wurden dabei voll erfüllt und in einigen Punkten sogar übertroffen.

Symphonie als Show-Star

Obwohl die beiden Symphonie-Satelliten nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden, hat sich inzwischen ein umfangreiches und interessantes Nutzungsprogramm entwickelt, bei dem ein Netz von 37 Bodenstationen mitwirkt, von denen 17 dauernd im Einsatz sind. 10 davon für technische Demonstrationen.

Parallel zum technischen Versuchsprogramm wurden aus besonderen Anlässen zahlreiche Demonstrationen der Nachrichtenübertragungs-Möglichkeiten dieser Satelliten durchgeführt. So hat man z. B. anläßlich wechselseitiger Staatsbesuche von sowjetischen und französischen Staatsmännern in dem jeweils anderen Land via Symphonie Reportagen über beide Länder ausgestrahlt. Ferner wurde der Start der Sojus-Kapsel beim amerikanisch-sowjetischen Apollo-Sojus-Unternehmen über Symphonie live für das 2. Programm des französischen Fernsehens übermittelt. Eine parallel laufende Übertragung per Landleitung im 1. Programm war qualitativ nicht so gut.

Das eigentliche Einsatzgebiet für das Symphonie-Konzept sind jedoch Regionalsysteme; daraus ergibt sich im Rahmen des Nutzungsprogramms eine Priorität für Anwendungen in großflächigen Staaten und Regionen mit nur gering ausgebauter fernmeldetechnischer Infrastruktur. Vor allem bietet der experimentelle Charakter des Programms interessierten Staaten oder Ländergruppen die Möglichkeit, bereits vor der Einrichtung eines eigenen Nachrichtensatelliten-Systems technische und betriebliche Erfahrungen zu sammeln. Dafür wurden z. B. Ägypten, China, Indien, Mozambique und dem Iran zeitweise Übertragungskapazitäten in den Satelliten zur Verfügung gestellt.

Mit zahlreichen Staaten, Firmen und Organisationen besteht bereits eine enge Zusammenarbeit über die beiden Symphonie-Satelliten. Das deutsch-französische Direktorat legt bei der Entscheidung über solche Kooperationen aber großen Wert darauf, daß neben den technischen Gesichtspunkten auch humanitäre und kulturelle Einsätze der Satelliten nicht zu kurz kommen. Dies fällt den Verantwortlichen um so leichter, als dieses Satellitenprogramm nicht auf kommerzielle Effektivität, sondern vielmehr auf funktechnische Experimente und einen gewissen „Show-Effekt" ausgerichtet ist.

Anläßlich der 19. Generalkonferenz der UNESCO im Herbst 1976 in Nairobi (Kenya) stellte der Symphonie-Direktionsrat das Nachrichtensystem für Übertragungen zwischen dem Konferenzort und der UNESCO-Zentrale in Paris zur Verfügung. Dafür wurde eine 4,8-m-Station vorübergehend in Nairobi stationiert und erstmals bewiesen, daß durch die Satellitenübertragung von Ferngesprächen, Fernschreiben Viedeo- und Faksimileverbindungen eine solche Konferenz auch außerhalb der Weltzentren effektiv und rationell abgewickelt werden kann.

Seit 1976 besteht über Symphonie eine direkte permanente Funkverbindung zwischen Frankreich und dem bis dahin fernmeldetechnisch unterversorgten überseeischen Department La Reunion im Indischen Ozean. Auch zu dem Kanada vorgelagerten französischen Department St. Pierre et Miquelon besteht seit Ende 1977 über Symphonie eine kontinuierliche Verbindung, die auch Fernsehübertragungen umfaßt, und bereits seit 1975 finden zwischen Universitäten in Frankreich und Kanada laufend Bildtelefongespräche und Fernkonferenzen von Wissenschaftlern und Studenten statt.

Am sympathischsten ist vielleicht der Einsatz der Symphonie-Nachrichtensatelliten im kulturellen und humanitären Bereich, z. B. die Übertragung von Fernseh-Bildungsprogrammen, die Unterstützung von Katastropheneinsätzen des Internationalen Roten Kreuzes oder der Funkdienst für die UNO-Truppen im Nahen Osten. Die Schulfernseh-Versuche sollen dazu beitragen, afrikanischen Ländern Erfahrungen beim Einsatz von Nachrichtensatelliten im Bereich audiovisueller Lehrmethoden zu vermitteln.

Seit März 1976 ist in Bouake/Elfenbeinküste eine 8,8-m-Station in Betrieb, die zum Empfang von Fernseh-Bildungsprogrammen für Schulen dient, die in Europa von afrikanischen Praktikanten produziert werden; demnächst sollen sechs Stunden Fernsehprogramm wöchentlich übertragen werden. Seit Mai 1977 läuft auch in Franceville (Gabun) eine 8,8-m-Station für Schulfernseh-Sendungen im Testbetrieb.

Da nach der Verschiebung von Symphonie 2 an einen Platz über dem Indischen Ozean mit diesem System fast alle von Katastrophen regelmäßig bedrohten Gebiete abgedeckt werden, ist auch der Einatz transportabler Bodenstationen in den dortigen Notstandsgebieten möglich. Für diese Zwecke wurde eine Anlage mit 3,3-m-Antenne entwickelt, die in einem Container mit Flugzeugen oder Lastwagen leicht transportiert werden kann.

Seit Februar 1976 war für die UNO-Friedenstruppen in Jerusalem eine transportable 3-m-Station in Betrieb, die die Einsatzgruppe mit der UNO-Zentrale in Genf verband (über eine Standleitung von der Bodenstation in Raisting). Zuvor vergingen oft mehrere Stunden, bis die UNO-Soldaten mit ihrer Zentrale verbunden waren. Inzwischen wurde eine verbesserte 4,5-m-Anlage installiert, die eine direkte Verbindung von Genf nach Jerusalem und Ismailia zu den UNO-Truppen herstellt.

Antennen für Symphonie

Das Symphonie-System dient auch verschiedenen Industrieunternehmen und wissenschaftlichen Instituten zu Meßzwecken bei der Entwicklung und Erprobung von Bodenstationen für die verschiedensten Anwendungen mit Antennen mit Durchmessern von 2 bis 9 m (*Bild 2*). Mit einer kleinen 3-m-Antenne ist z. B. die Übertragung eines Telefongesprächs zwischen zwei Punkten

Ing. (grad.) Wolfgang Engelhardt (Jahrgang 1943) hat Ausbildungen als Fotoingenieur und Redakteur absolviert. Seit längerem ist er als Fachjournalist für Raumfahrt tätig.

◄ Bild 2. Bodenstation mit 8,8-m-Antenne für den Nachrichtensatelliten Symphonie auf dem Gelände von MBB in Ottobrunn

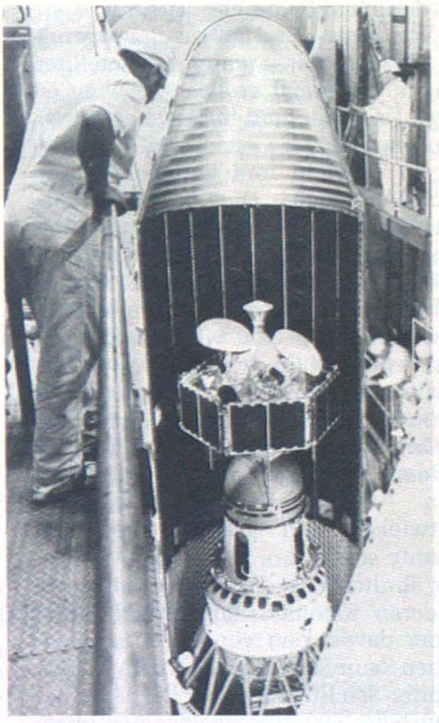


Bild 3. ► Ein Symphonie-Nachrichtensatellit beim Einbau in die Nutzlasthülle der Trägerrakete

im „Sichtbereich" der Satelliten möglich, mit 4,5-m-Antennen können 24 Telefongespräche, vier Rundfunk- oder ein Fernsehprogramm vermittelt werden, und 8,8-m-Antennen erlauben den Empfang eines Farbfernseh-Programms. Erfolgreich waren auch Versuche der Nachrichtenorganisation Comsat zusammen mit IBM und der französischen Post zur Errichtung einer 1,5-Mbit-Verbindung zwischen Rechenzentren in Frankreich und den USA, über die große Datenmengen mit hoher Geschwindigkeit übertragen wurden.

Angesichts des weltweiten Bedarfs an regionalen Satelliten-Fernmeldesystemen wurden die funktechnischen Anlagen von Symphonie 1 und 2 für den Einsatz einfacher, kostengünstiger Erdefunkstellen ausgelegt, die mit kleinen Empfangsantennen auskommen und relativ leicht zu bedienen sind. Für diese geplante Nutzung der Symphonie- und nachfolgender Nachrichtensatelliten auch in abgelegenen Gebieten wurden mehrere Typen von Bodenstationen mit kleinen Antennendurchmessern zwischen 2 und 9 m entwickelt. Diese Erdefunkstellen zeichnen sich durch gute Transportfähigkeit, einfachen Aufbau der Antennen und elektronischen Systeme sowie durch einen zuverlässigen Betrieb auch unter schwierigen landschaftlichen und klimatischen Verhältnissen aus. Sie sind mit ungekühlten parametrischen Verstärkern ausgerüstet, die unmittelbar an den Antennenschüsseln montiert sind. Die Ausrichtung der Antennen auf die Satelliten erfolgt mit von Hand gesteuerten Elektromotoren.

Technische Einzelheiten des Symphonie-Satelliten

Der Symphonie-Satellit hat einen sechseckigen Zentralkörper von 0,5 m Höhe und etwa 1,7 m Durchmesser, in dessen Zentrum sich eine runde Aussparung für den Treibstoff-Tank befindet. Oben auf dem Gehäuse sind die Antennen und das Haupttriebwerk angeordnet, an drei Ecken des Zentralkörpers große, ausklappbare Sonnenzellen-Träger (*Bild 3*). Insgesamt ist der Satellit ca. 2 m hoch und hat mit Auslegern eine Spannweite von etwa 6,8 m. Symphonie wog beim Start 402 kg und wiegt in der Umlaufbahn noch 243 kg. Etwa 160 kg waren Treibstoff für den Einschuß in die geostationäre Umlaufbahn.

Ein passives Thermalsystem hält die Temperaturen im Gerätegehäuse zwischen 10 und 30°C konstant. An den Sonnenzellen-Paddeln treten Temperaturen von +70 bis –175°C auf, so daß gelegentlich elektrische Heizelemente zugeschaltet werden. Das Lageregelungssystem richtet den Satelliten kontinuierlich mit großer Genauigkeit (0,5°) auf die Erde aus. Als Referenz dient ein Schwungrad mit regelbarer Drehzahl. Ein mit komprimiertem Stickstoff arbeitendes Kaltgas-System führt die Lageregelungs-Korrekturen durch, die von Infrarot- und Sonnensensoren angezeigt werden.

Für die Einhaltung der Position in der Erdumlaufbahn sorgt ein Heißgas-System mit zwei Komponenten, das über sieben Triebwerke das Abdriften des Satelliten von seiner Soll-Position verhindert. Der Schub eines Triebwerks beträgt 8...12 N, der spezifische Impuls ca. 286 s.

Teil des umfangreichen Triebwerksystems von Symphonie ist auch der Apogäumsmotor, der dem Satelliten den letzten Schub für das Erreichen des geostationären Orbits gibt. Die flüssigen Treibstoffe werden mit Helium aus einem Kugeltank in das Triebwerk gedrückt, der Schub beträgt 392 N, der spezifische Impuls 303 s.

Die Energieversorgung erfolgt durch 22 000 Silizium-Sonnenzellen von 2 cm x 2 cm Größe, die an den drei großen, ausklappbaren Auslegern befestigt sind und kurz nach dem Start maximal ca. 300 W erzeugen. Nach fünf Jahren dürfte die Leistung durch den Verschleiß der Zellen auf etwa 180 W abgesunken sein. Befindet sich Symphonie im Erdschatten, dann übernehmen zwei stets aufgeladene Batterien die Energievesorgung. Die Geräte werden entweder direkt vom Hauptleiter mit 27 V

oder über Konverter mit der jeweils erforderlichen Spannung versorgt.

Vor allem das Heißgas-Bahnkorrektur-System der Symphonie-Satelliten hat international großes Aufsehen erregt. Es arbeitet mit bislang bei Satelliten unerreichter Genauigkeit bei niedrigem Gewicht und geringem Treibstoff-Verbrauch. Die beiden Treibstoff-Komponenten sichern eine sofortige, spontane Zündung, so daß die gewünschten Impulse mit großer Genauigkeit über einen breiten Schubstärke-Bereich abgegeben werden können. Außerdem ist die Verwendung nur eines Düsensystems für starke, aber sehr behutsame Korrekturimpulse möglich.

Das neue Lageregelungssystem der beiden Symphonie-Satelliten wurde von Messerschmitt-Bölkow-Blohm entwickelt und gebaut, und MBB konnte schon drei Nachfolge-Aufträge für ähnliche Lageregelungssysteme in anderen Raumfahrzeugen verbuchen. Einer davon kam von der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA für den Jupiter-Satelliten Galileo, der Mitte der 80er Jahre den größten Planeten unseres Sonnensystems aus einer Umlaufbahn heraus beobachten soll. MBB baut gemäß einer deutsch-amerikanischen Vereinbarung das gesamte Antriebs- und Lageregelungssystem von Galileo. Das ist das erste Mal, daß ein Primärsystem einer amerikanischen Raumsonde nicht in den USA gebaut wird.

Die nachrichtentechnischen Einrichtungen

Die eigentliche Nutzlast der Symphonie-Satelliten besteht aus zwei für die wechselseitige Nachrichtenübertragung genutzten Doppeltranspondern, die folgende Hauptfunktionen haben: Empfangen, Verstärken, Frequenzumsetzung, Verteilen (bei mehreren Übertragungswegen) und Senden. Außerdem haben sie auch die Aufgabe, SHF-Telekommando-Signale zu empfangen und SHF-Telemetrie-Signale auszusenden.

Die Transponder arbeiten mit zweifacher Frequenzumsetzung, d. h. mit einer ersten Umsetzung der Signale aus der 6-GHz-Empfangsanlage in die Zf-Lage und einer weiteren Umsetzung in die 4-GHz-Sendeanlage. Die Zwischenfrequenzen sind so gewählt, daß sich für alle vier Transponder die gleichen Oszillatorfrequenzen ergeben. Deshalb genügt für jeden Doppeltransponder eine Trägerversorgung (mit einer Ersatzeinheit zur Erhöhung der Sicherheit).

Die nachrichtentechnische Nutzlast von Symphonie wiegt etwa 25 kg, der Energiebedarf des Transponder-Systems beträgt etwa 125 W. Jeder Satellit hat eine Horn-Empfangsantenne mit 18,5°-Keule und 16 dB Gewinn, die Signale aus dem gesamten Sichtbereich des Satelliten empfängt sowie zwei Sendeantennen (*Bild 4*), die jeweils eine elliptische Zone mit einer Keulenbreite von 9,3° x 14,4° ausleuchten. Ihr Gewinn ist >19,5 dB, die Ausrichtgenauigkeit der Antennen beträgt 0,1°. Die Empfindlichkeit (G/T) liegt bei –15 dB/K.

Nachfolgend soll kurz der Weg eines von der Bodenstation kommenden Funksignals im Satelliten beschrieben werden. Das Signal wird zunächst in einem Tunneldioden-Verstärker vorverstärkt, dann in die Zf-Lage umgesetzt, gefiltert und in einem mehrstufigen Transistorverstärker weiterverstärkt. Der nachfolgende parametrische Umsetzer setzt das Zf-Signal in die Sendefrequenzlage um, und ein Wanderfeldröhren-Verstärker bringt es auf 13 W. Die Oszillatorfrequenzen für die beiden Umsetzer verhalten sich wie 3 : 2; sie werden mit einer Vervielfacher-Kette aus der Frequenz eines Quarzoszillators abgeleitet.

Eine Empfangsweiche verbindet die Transponder mit der Empfangsantenne; mit zwei Schaltern können beide Transponder unabhängig voneinander über die Sendeweichen auf die Sendeantennen geschaltet werden. Die Trägerversorgungen sind zu einer redundanten Trägerversorgung zusammengefaßt. Es ist jeweils nur eine von ihnen in Betrieb, die die Transponder über zwei Leistungsteiler (3-dB-Koppler) versorgt. Die zweite Trägerversorgung dient als Reserve.

Außer den Nachrichten-Nutzsignalen empfangen die Transponder auch die SHF-Telekommando-Signale. Diese werden im Zf-Verstärker aus dem Signalweg ausgekoppelt und demoduliert. Die abgehenden SHF-Telemetrie-Signale gelangen über einen Modulator und einen besonderen Eingang des Aufwärts-Umsetzers in den Signalweg.

Der Empfangs-Diplexer besteht aus zwei am Eingang parallel geschalteten dreikreisigen Bandfiltern. Der Zf-Verstärker ist ein Transistorverstärker, dessen Verstärkung sich mit Hilfe eines stromgesteuerten PIN-Dioden-Dämpfungsnetzwerks im Bereich 36...50 dB variieren läßt.

Die Lokaloszillatoren bestehen im wesentlichen aus einem stabilen Quarzoszillator, einer Vervielfacherkette mit der Ausgangsfrequenz 2225 MHz, einem Verdoppler, der eine Frequenz von 4450 MHz abgibt (Sendemischer) und einem Verdreifacher, der eine Frequenz von 6675 MHz liefert (für die Empfangsmischer).

Die Sendemischer, die die Signale aus der Zf- in die Sendefrequenzlage umsetzen, umfassen einen Zf-Adapter-Verstärker, einen parametrischen Varaktor-Mischer und ein Signalfilter, das die Wahl des unteren Übertragungsbandes ermöglicht.

Der Sendeverstärker besteht aus Wanderfeldröhre und Stromversorgungseinheit. Erstere ist in Metall-Keramik-Technik ausgeführt und besitzt ein periodisch-permanentes Magnetsy-

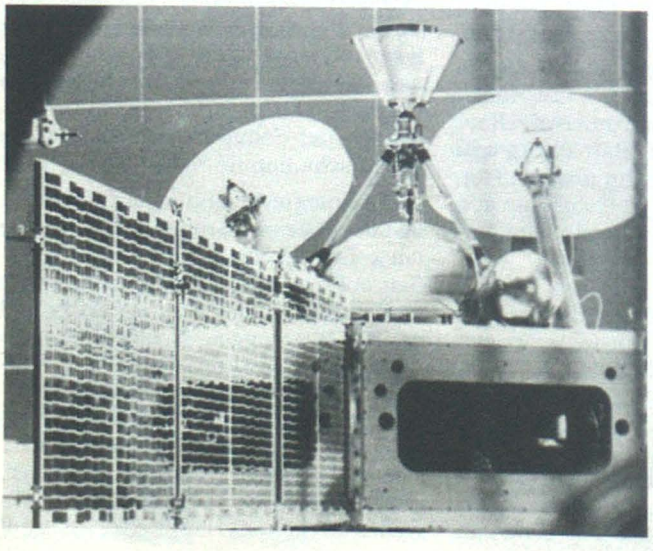


Bild 4. Ein Symphonie-Nachrichtensatellit während der Tests. Gut erkennbar sind die Parabolreflektoren der Sendeantennen und die Düse des Apogäumsmotors

stem, das aus Gewichtsgründen in die Röhre integriert ist. Diese Bauweise ermöglicht eine sehr lange Lebensdauer bei niedrigem Leistungsgewicht, hohem Wirkungsgrad und hoher mechanischer Festigkeit.

Der Sendeverstärker hat von allen Elektronikeinheiten die größte Verlustleistung. Bei Abschaltung oder Ausfall einer oder beider Einheiten muß das dann im Satelliten entstehende Wärmedefizit durch Inbetriebnahme von Ersatzwiderständen ausgeglichen werden. Durch die Summe der in allen Geräten umgesetzten Verlustleistungen wird das Temperaturprofil im Satelliten aufrechterhalten.

Die Hf-Schalteinrichtung erfüllt folgende Aufgaben:

1. Wahlweise Verbindung des Sendeverstärker-Ausgangs mit dem Eingang einer der beiden SHF-Antennen. Die Umschaltung wird durch ein Telekommando-Signal vorgenommen und durch ein Telemetrie-Signal angezeigt.

2. Anpassung des ausgangsseitigen Innenwiderstandes des Sendeverstärkers an den Wellenwiderstand der Zuleitung zu den Sendediplexern und Abschluß des Eingangs des Sendediplexers mit seinem Wellenwiderstand.

Da die Telemetrie-Daten nicht nur im UKW-Bereich zur Bodenstation übertragen werden, wird ein SHF-Doppelmodulator benötigt, der einen mit den TM-Signalen phasenmodulierten Träger in der Zf-Ebene erzeugt. Der TM-Träger dient gleichzeitig als Bake zur Ausrichtung der Antennen der Erdefunkstellen auf den Satelliten. Diese Einrichtungen wurden zum größten Teil von AEG-Telefunken entwickelt und gebaut.

Telemetrie/Telekommando

Das von Thomson-CSF entwickelte Telemetrie- und Telekommando-System umfaßt zwei Telemetrie-Sender (einer redundant), zwei Telekommando-Empfänger (einer redundant), einen Telekommando-Decodierer, ein Temperaturgeber-Gehäuse und einen Telemetrie-Codierer. Es sammelt alle Telemetrie-Signale im gleichen Format und überträgt sie im VHF-Bereich (136 MHz) oder im SHF-Bereich (4 GHz) zu den Bodenstationen. Die empfangenen Boden-Telekommando-Signale (148 MHz oder 6 GHz) werden decodiert und zum betroffenen Untersystem weitergeleitet.

Das Telekommando-System verwendet einen PDM-Code. Der Decodierer kann 140 Ja/Nein- und 17 komplexe Befehle decodieren.

Zur Zusammenfassung aller Telemetrie-Daten zu einer einzigen PCM-Meldung und deren Weiterleitung an die VHF- und SHF-Übertragungskanäle dient der Telemetrie-Codierer, der folgende Aufgaben hat: Abfrage und Codierung einer bestimmten Anzahl von sogenannten Prioritätskanälen, die zur Durchführung der Mission unbedingt erforderlich sind: Verteilung von Synchronisationszeichen an andere Untersysteme; Sammlung und Codierung einiger anderer Meßergebnisse, die für die Mission nicht so kritisch sind; Kennzeichnung der übertragenen Meßwerte um ihre Auswertung zu erleichtern. Verarbeitet werden 110 Analogkanäle sowie 140 paralle und 5 serielle Digitalkanäle.

Die Hauptbestandteile des Codierers und die primären TM-Kanäle sind mit einer vollständigen Redundanz versehen. Der Codierer kann in langsamer Kadenz (8 bit/s) für die Betriebsphase arbeiten oder in schneller Kadenz (64 bit/s) während der Akquisitions- und Reakquisitionsphase der Lageregelung. Bei den Bodenprüfungen ist zusätzlich auch eine beschleunigte Kadenz von 512 bit/s möglich.

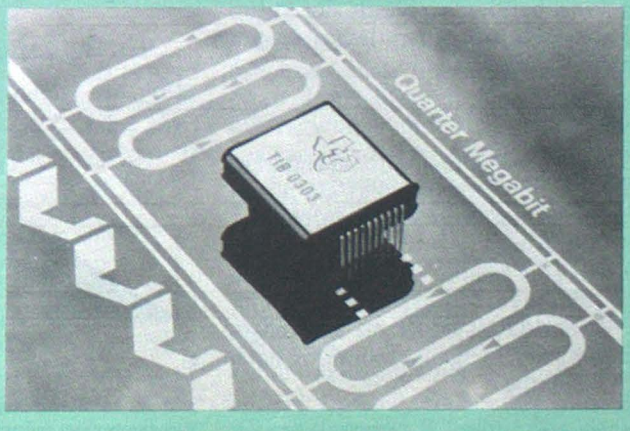
Magnetblasen-Speicher von TI

Texas Instruments kündigte kürzlich an, den Magnetblasen-Speicher TIB 0303 (*Bild*) mit 3-µm-Domänen schon bald liefern zu können. Insgesamt 252 Nebenschleifen mit je 1137 Blasenpositionen ergeben eine Speicherkapazität von 286 524 bit. Da aber nur 224 Schleifen genutzt werden können, ist die tatsächlich zur Verfügung stehende Kapazität 254 688 bit.

Bei 100 kHz Taktfrequenz ergibt sich eine durchschnittliche Zugriffszeit von 7,3 ms für das erste Bit einer 224-bit-Schleife und eine typische Leistungsaufnahme von 0,9 W. Wegen der Verschachtelung der Datenschleifen entsprechen Lese- und Schreibgeschwindigkeiten der Taktrate. Die zulässige Betriebstemperatur ist 0...50 °C, die nicht-flüchtige Lagertemperatur −40...+85 °C.

Der Blasenchip besteht aus einem Gadolinium-Gallium-Granat-Substrat, auf dem ein magnetischer Epitaxialfilm aufgebracht ist (vgl. FUNKSCHAU 1979, Heft 2, Bits in Blasen).

Zur Vervollständigung des Systems wird TI im Laufe des Jahres eine Reihe von Interface- und Steuerbausteinen anbieten. Sie beinhalten die Controller-ICs TMS 9922 und TMS 9923 sowie den Funktionsgenerator, Funktionstreiber, Spulentreiber und Leseverstärker. Die Controller sind kompatibel zu den Mikroprozessoren 9900, 9980, 9985 und 8080 und kommen mit einer einzigen 5-V-Versorgung aus. Eine Erprobungsplatine, bestehend aus einem Blasenspeicher und den erforderlichen Peripherieschaltkreisen, wird etwa Mitte 1979 auf den Markt gebracht werden.



TIB 0303 – ein neuer Magnetblasenspeicher von Texas Instruments

Dipl.-Ing. Lutz Bergmann

Künstliche Induktivität hoher Güte für Nf-Schwingkreise

Der Schwingkreis ist das einfachste und am leichtesten abzugleichende Selektionsmittel in der Signalverarbeitungstechnik, weil nur einer der beiden Bestandteile, Kondensator oder Spule, abgleichbar sein muß. Mangels geeigneter Spulen werden in der Niederfrequenztechnik jedoch verschiedene Brückenschaltungen mit Widerständen und Kondensatoren bevorzugt, obwohl der Abgleich nach Betrag und Phase recht umständlich ist. Im folgenden wird gezeigt, wie man mit Hilfe von zwei Operationsverstärkern nahezu beliebig große Induktivitäten nachbilden und damit die Vorteile des Schwingkreises auch in der Niederfrequenztechnik ausnutzen kann.

Nachbildung einer Induktivität

Die charakteristische Eigenschaft einer Induktivität ist, daß der Strom dem Zeitintegral der angelegten Spannung folgt. Um Differentialgleichungen zu vermeiden, geht das folgende Gedankenexperiment von dem Sonderfall aus, daß die angelegte Spannung konstant ist. Auf diese Weise läßt sich diese typische Eigenschaft leichter erkennen und ihre Nachahmung mit elektronischen Mitteln einfacher darstellen. Legt man, wie *Bild 1* zeigt, zum Zeitpunkt t = 0 mit dem Schalter S eine konstante Spannung U an eine Induktivität L, so steigt der Strom vom Wert Null beginnend zeitlinear an. Er tut dies um so schneller, je höher die Spannung U und je kleiner die Induktivität ist. Wären im Stromkreis keine ohmschen Widerstände vorhanden, so würde der Strom mit der Zeit ins Unendliche steigen nach der Gleichung

$$i(t) = \frac{U}{L} \cdot t \qquad (1)$$

Ein mit einem Operationsverstärker aufgebauter Integrator zeigt ein ähnliches Verhalten (*Bild 2*). Allerdings ist hier die Ausgangsgröße kein Strom, sondern eine Spannung, die außerdem noch mit einem Minuszeichen behaftet ist. Wesentlich ist jedoch die zeitlineare Zunahme der Ausgangsspannung nach der Gleichung

$$u_1(t) = \frac{U}{R_1 \cdot C_1} \cdot t \qquad (2)$$

Zur vollständigen Nachahmung einer Induktivität fehlen nur noch eine Inversion, um das Minuszeichen zu beseitigen, und eine Spannungs-Strom-Umsetzung. Beide Funktionen lassen sich mit einem Umkehrverstärker und einem nachgeschalteten Widerstand als Spannungs-Strom-Umsetzer leicht verwirklichen. Nach *Bild 3* bestimmen die Widerstände R 3 und R 4 in bekannter Weise die Verstärkung

$$\frac{u_2(t)}{u_1(t)} = -\frac{R_3}{R_4} \qquad (3)$$

Der Widerstand R 2 setzt nach dem Ohmschen Gesetz die Spannung $u_2(t)$ in den Ausgangsstrom i(t) um:

$$i(t) = \frac{u_2(t)}{R_2} \qquad (4)$$

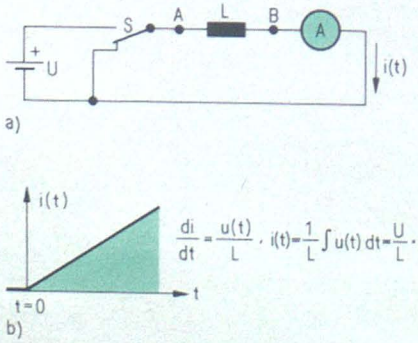


Bild 1. a) Meßanordnung zur Demonstration des Verhaltens einer Induktivität L; b) Strom-Zeit-Diagramm

In Gleichung (4) läßt sich $u_2(t)$ nach Gleichung (3) durch einen Ausdruck mit $u_1(t)$ ersetzen, in dem wiederum $u_1(t)$ nach Gleichung (2) eliminiert wird.

$$i(t) = \frac{1}{R_2} \cdot u_2(t)$$

$$= \frac{1}{R_2}\left[-\frac{R_3}{R_4} \cdot u_1(t)\right]$$

Mit $u_1(t)$ aus Gleichung (2) ergibt sich

$$i(t) = -\frac{R_3}{R_4} \cdot \frac{1}{R_2}\left[-\frac{U}{R_1 \cdot C_1}\right] \cdot t$$

$$= \frac{U}{R_1 \cdot C_1 \cdot R_2 \cdot (R_4/R_3)} \cdot t \qquad (5)$$

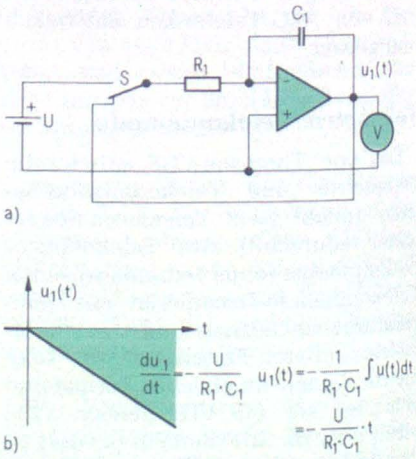


Bild 2. a) Meßanordnung zur Demonstration des Verhaltens einer Integration; b) Spannungs-Zeit-Diagramm

Die Gleichungen (1) und (5) sind von gleicher Struktur. Beide enthalten das Produkt U·t und unter dem Bruchstrich eine Konstante, die nur von den Bauelementen abhängt. In Gleichung (1) handelt es sich um die Induktivität L mit der Dimension Henry oder Vs/A. In Gleichung (5) ergibt sich mit

$$\left[R_1 \cdot C_1 \cdot R_2 \cdot \frac{R_4}{R_3}\right] = \frac{V}{A} \cdot \frac{As}{V} \cdot \frac{V}{A} \cdot 1 =$$

$$\frac{Vs}{R_3} = H$$

ebenfalls die Dimension Henry. Der Ausdruck $R_1 \cdot C_1 \cdot R_2 \cdot R_4/R_3$ beschreibt damit eine künstliche Induktivität. Das zugehörige, vollständige Schaltbild ist in *Bild 4a* dargestellt.

Ein Zahlenbeispiel zeigt, daß sich mit handlichen Widerstands- und Kapazitätswerten beachtliche Induktivitätswerte realisieren lassen. Mit R 1 = R 2 = R 3 = R 4 = 10 kΩ und C 1 = 1 µF erhält man

$$L = \frac{10\ kV \cdot 1\ \mu As \cdot 10\ kV}{A \cdot V \cdot A} =$$

$$100\ \frac{Vs}{A} = 100\ H.$$

Die Betrachtungen über den induktiven Strom der künstlichen Induktivität beschränkten sich bisher auf den Anschluß B; am Anschluß A erscheint jedoch R 1 als gewöhnlicher ohmscher Eingangswiderstand. Deshalb sind die Anschlüsse A und B nicht wie bei einer wirklichen Induktivität vertauschbar. Das Ersatzschaltbild (*Bild 4b*) beschreibt diese Abweichungen. Wenn man den Anschluß A an einen niederohmigen Schaltungspunkt legt, zum Beispiel an das Bezugspotential 0 V oder an den Ausgang eines Operationsverstärkers, so bemerkt man am Anschluß B keinen Unterschied zu einer wirklichen Induktivität. Deshalb ist hier der Schwingkreiskondensator C 2 anzuschließen, der mit der Induktivität einen Resonanzkreis bilden soll.

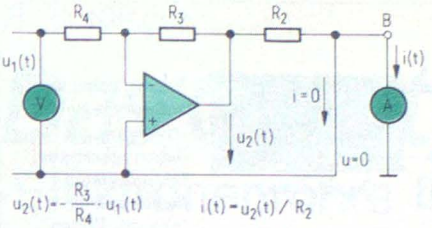


Bild 3. Umkehrverstärker mit R 2 als Spannungs-Strom-Umsetzer

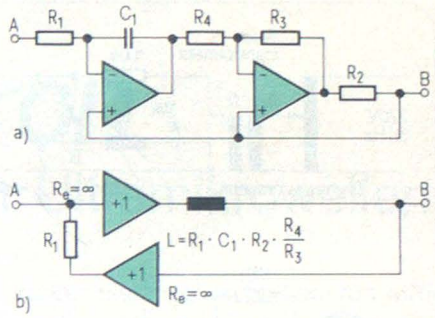


Bild 4. ▶ Vollständige Schaltung einer künstlichen Induktivität (a) und ihr Ersatzschaltbild (b)

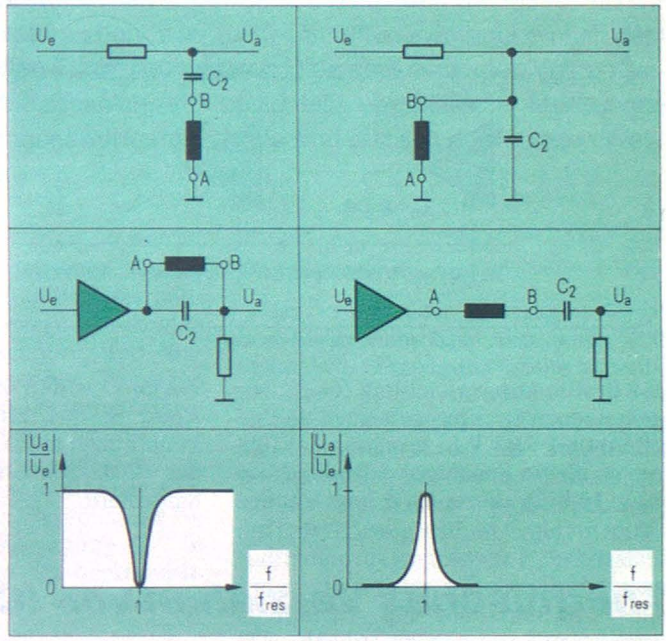


Bild 5. Einsatzarten der künstlichen Induktivität. Der Anschluß A liegt stets an einem niederohmigen Schaltungspunkt

Anwendungsmöglichkeiten

Die Handhabung der künstlichen Induktivität ist die gleiche wie die der natürlichen. Es lassen sich Filter mit Parallel- oder Serienschwingkreisen aufbauen. Der Frequenzabgleich erfolgt in einfacher Weise an einem der vier zur künstlichen Induktivität gehörenden Widerstände. Die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten sind in *Bild 5* zusammengestellt.

Die Schwingkreisgüte

Die Schwingkreisgüte ist wie folgt definiert:

$$Q = \frac{L \cdot 2\pi \cdot f_{res}}{R_s} \quad \text{oder} \quad Q = \frac{R_P}{L \cdot 2\pi \cdot f_{res}}$$

Darin ist f_{res} = Resonanzfrequenz = $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

R_s = Serienwiderstand in einem Serienschwingkreis, R_p = Parallelwiderstand in einem Parallelschwingkreis.

Die Güte der Induktivität begrenzt die Gesamtgüte, weil besonders bei niedrigen Frequenzen die Kondensatorverluste vernachlässigbar niedrig sind. Die nichtidealen Eigenschaften der natürlichen Induktivität werden durch die Kupfer- und Kernverluste hervorgerufen. Für die künstliche Induktivität bestimmt dagegen die Verstärkung der Operationsverstärker die Güte. Die Verstärkung aber fällt mit steigender Frequenz. Daher sind bei niedrigen und niedrigsten Frequenzen die höchsten Güten zu erwarten.

Die Güte kann man in einer Versuchsschaltung nach *Bild 6a* messen. Ein Digitalvoltmeter erhält über einen 100-kΩ-Vorwiderstand eine 50-Hz-Sinusspannung von etwa 6 V_{eff}. Zu messen sind die Spannungen bei offenem und geschlossenem Schalter S. Wenn man den Schalter S schließt, bricht die Spannung am Voltmetereingang zunächst stark zusammen und steigt dann wieder an, bis der Schwingkreis eingeschwungen ist. Wenn der Kreis exakt auf 50 Hz abgeglichen ist, liegt parallel zum Voltmeter nur sein reeller Resonanzwiderstand R_p. Mit Hilfe des Ersatzschaltbildes (*Bild 6b*) findet man

Dipl.-Ing. Lutz Bergmann, Jahrgang 1943. Studium an den Technischen Hochschulen Braunschweig und Darmstadt, Fachrichtung Elektrotechnik und Regelungstechnik. 1970 trat er bei der Firma Brown, Boveri & Cie, AG ein und ist seit 1972 Leiter der Entwicklergruppe für Regelungs- und Steuerelektronik in Stromrichtern.

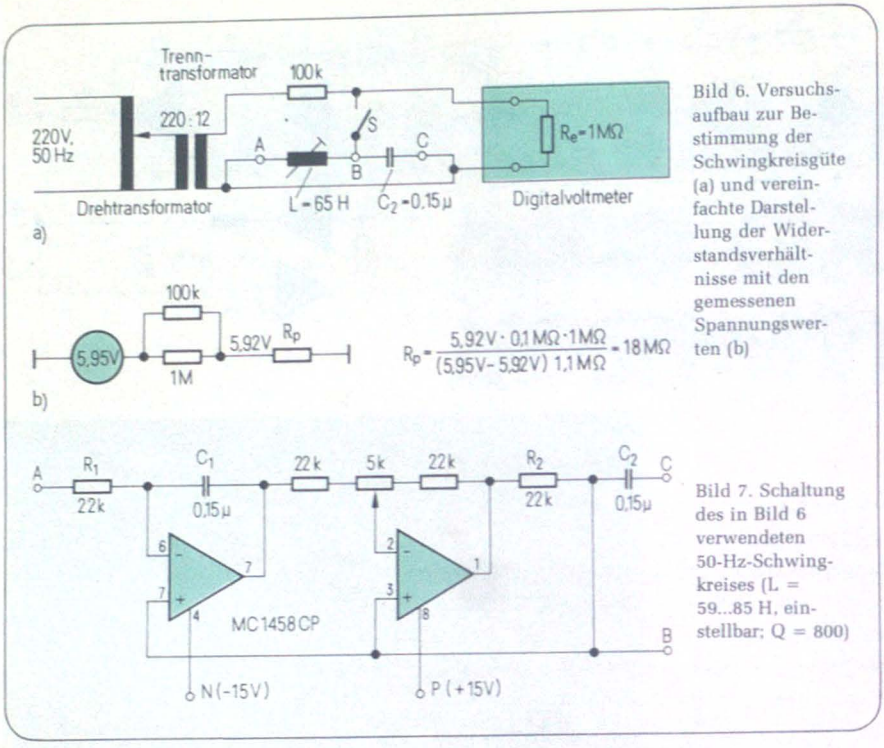


Bild 6. Versuchsaufbau zur Bestimmung der Schwingkreisgüte (a) und vereinfachte Darstellung der Widerstandsverhältnisse mit den gemessenen Spannungswerten (b)

Bild 7. Schaltung des in Bild 6 verwendeten 50-Hz-Schwingkreises (L = 59...85 H, einstellbar; Q = 800)

die Bestimmungsgleichung für R_p. Die gemessenen Spannungswerte 5,95 V (S offen) und 5,92 V (S geschlossen) führen zu einem Resonanzwiderstand von R_p = 18 MΩ. Dieser Wert liegt um den Faktor Q = 848 über dem Blindwiderstand $X = L \cdot 2\pi \cdot f_{res} = 21,22$ kΩ der künstlichen Induktivität. Die Schaltung des 50-Hz-Schwingkreises ist in *Bild 7* dargestellt.

Thermisches Verziehen von IC-Masken

Die Herstellung eines Wafers für integrierte Schaltkreise erfordert eine ganze Reihe von Arbeitsschritten, wobei vor jedem die zu bearbeitenden Flächen auf dem Wafer von den anderen durch einen fotochemischen Prozeß abgegrenzt werden. Um das jeweilige Arbeitsmuster auf den Wafer zu übertragen, erfolgt eine Belichtung unter Zwischenschaltung einer Maske, so daß nach Wunsch bestimmte Flächen belichtet werden und andere unbelichtet bleiben.

So benötigt man beispielweise für die Herstellung von MOS-Schaltkreisen bis zu sechs solcher Masken. Ihre Muster müssen mit höchster Präzision auf den Wafer übertragen werden, und schon verhältnismäßig geringe Abweichungen können die Funktion der fertigen Schaltkreise beeinträchtigen. Mit steigender Integrationsdichte wachsen naturgemäß auch die Anforderungen an die Masken.

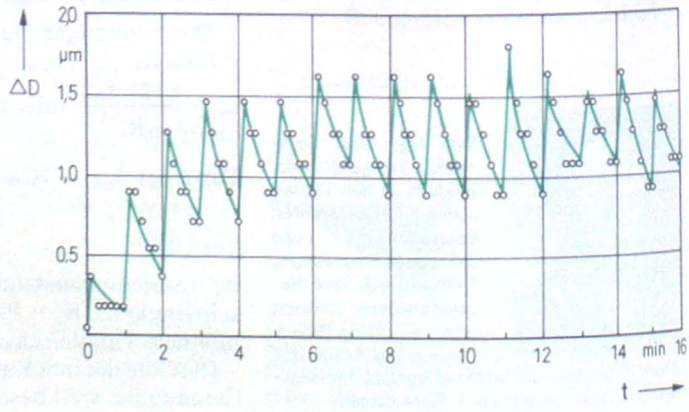
Im Hinblick auf die zukünftigen Anforderungen hat man im Forschungslabor von Siemens jetzt die holographische Interferometrie eingesetzt, um das thermische Verhalten von Masken für 3"-Wafer zu untersuchen. Bei dieser Technik kann im Gegensatz zu älteren Verfahren ein anschauliches Bild des Verhaltens der gesamten Maskenfläche erhalten werden, und zwar, ohne daß dieses Bild durch den Einfluß der Maskenkrümmung beeinträchtigt wird.

Sorgt man nämlich dafür, daß der Einfallswinkel des Laserlichts auf die Maskenoberfläche gleich dem des in Transmission beobachteten Lichts ist, dann liefern nur Verschiebungen in der Ebene der Maskenoberfläche Interferenzmuster – nicht dagegen Verschiebungen senkrecht zur Maskenoberfläche, wie sie z. B. durch Krümmung hervorgerufen werden. Verziehen und Krümmung der zu untersuchenden Maske lassen sich also beobachtungsmäßig trennen.

Rein qualitativ konnten bei diesen Versuchen die bereits aus der Praxis gewonnenen Erkenntnisse bestätigt werden: Während der ersten Belichtungstakte dehnt sich die Maske stärker aus, bis sich ein Gleichgewicht zwischen der während der Belichtungen auftretenden Erwärmung und der während den Belichtungspausen erfolgenden Abkühlung einstellt. Das Bild zeigt die entsprechende Kurve für eine Emulsionsmaske (Glasplatte mit organischer Strukturschicht), bei der das Verziehen Spitzenwerte zwischen 1,0 µm und 1,5 µm erreichte. Das Verhältnis von Belichtungs- zu Pausenzeiten – hier der Praxis entsprechend mit 10 s beziehungsweise 50 s gewählt – bestimmt den Mittelwert ebenso wie der sogenannte Bedeckungsgrad der Maske, welcher sich aus dem Grad der optischen Durchlässigkeit des Strukturmusters ergibt. Bei Chrom- und Eisenoxidmasken ist das Verziehen mit maximal 1,2 µm bzw. 0,6 µm weniger stark als bei Emulsionsmasken.

Die Untersuchungsergebnisse rechtfertigen die bereits in der Fertigungspraxis angewandten Gegenmaßnahmen zur Verringerung des Einflusses der Erwärmung: Nach jedem Maskenwechsel sorgen einige „Leertakte" – also Belichtungen der Maske allein ohne Wafer – für eine Grundausdehnung der Maske; die Ausdehnungsänderungen während des eigentlichen Betriebs sind dann wesentlich geringer. Auch der günstige Einfluß von Filtern, welche die infrarote Wärmestrahlung von der Maske abhalten, findet hier seine Erklärung. Si.

(Nach Siemens-Unterlagen)



Thermische Ausdehnung einer Emulsionsmaske mit 84 % Bedekkungsgrad bei einem Arbeitstakt von 10 s Belichtung und 50 s Belichtungspause. Während der ersten Takte ist die Ausdehnung am stärksten

H. H. Klinger

Das Gyrotron -

eine Hochleistungs-Elektronenröhre für Ultramikrowellen

Die Anwendungsmöglichkeiten extrem kurzer elektrischer Wellen von Millimeter und Zehntelmillimeter Wellenlänge hängen weitgehend von leistungsfähigen Generatoren und Verstärkern ab. Die Anfang der zwanziger Jahre zur Erzeugung von Ultramikrowellen angewandten Methoden wie Massenstrahler und Vielfachoszillatoren beruhten auf der Strahlungsanregung nach dem Vorbild des Hertzschen Funkengenerators. Die damit erzeugten Wellen waren aber so intensitätsschwach, daß bestenfalls physikalische Messungen möglich wurden. Nennenswerte Fortschritte sind erst seit dem zweiten Weltkrieg zu verzeichnen.

Die Ultramikrowellen

Elektromagnetische Wellen von einigen Millimeter und Zehntelmillimeter Wellenlänge nennt man Submillimeterwellen oder Ultramikrowellen. Physik und Technik dieses Bereiches unterscheiden sich wesentlich von derjenigen der herkömmlichen Hf-Technik. Bereits bei Mikrowellen (dm- und cm-Wellen) treten diese Verschiedenheiten hervor. Anstelle der bei längeren Wellen gebräuchlichen Paralleldrahtleitungen (Lecherleitungen) und Koaxialleitungen benötigt man für Zentimeterwellen Hohlleiter, in denen sich elektromagnetische Felder in Wellenform ausbreiten, und statt der bei niedrigen Frequenzen üblichen quasistationären LC-Kreise verwendet man bei Mikrowellen Hohlraumresonatoren. Das sind allseitig nach außen durch Metallwände abgeschlossene dielektrische Hohlräume, in denen das elektromagnetische Feld nichtquasistationäre Eigenschwingungen ausführt.

Daß bei diesen kurzen Wellen die in der herkömmlichen Hf-Technik üblichen Leitungen und Schwingungskreise nicht oder nur schlecht anwendbar sind, hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß die hochfrequente Energie mehr und mehr durch Strahlung in den umgebenden Raum verlorengeht, wenn die linearen geometrischen Abmessungen der hochfrequenten Bauelemente in die gleiche Größenordnung wie die Wellenlänge kommen. Im Bereich der Ultramikrowellen ähneln daher Physik und Technik mehr derjenigen der Optik als der Hochfrequenztechnik.

Diese Verschiedenheit ist naturgemäß auch für die Erzeugung und Verstärkung elektromagnetischer Wellen kennzeichnend. Während in der üblichen Hf-Technik Trioden und Tetroden zur Schwingungserzeugung und Verstärkung benutzt werden, versagen diese Röhren bei den kürzeren Mikrowellen. Der Grund dafür ist, daß die Laufzeit der Elektronen zwischen den Elektroden der Röhren nicht mehr vernachlässigbar kurz im Vergleich zur Periodendauer der Schwingung ist. In diesem Fall verlieren die herkömmlichen Elektronenröhren ihre Funktionsfähigkeit.

Bei den für die Mikrowellentechnik wichtigen Laufzeitröhren (Magnetrons, Klystrons, Wanderfeldröhren) wird der Laufzeiteffekt der Elektronen bewußt nutzbar gemacht. Wenn man mit solchen Röhren jedoch zu den Ultramikrowellen vorstößt, ergeben sich neue Probleme vor allen Dingen dadurch, daß die Hf-Bauteile jetzt so kleine Abmessungen erhalten müssen, daß sich eine beträchtliche Verringerung des Leistungsumsatzes ergibt. Beim Gyrotron dagegen entfällt die Forderung, extrem kleine Hf-Bauteile anwenden zu müssen. Gleichzeitig wird ein relativistischer Effekt nutzbar gemacht, der darauf beruht, daß Elektronen (wie andere materielle Teilchen ebenfalls) mit zunehmender Fluggeschwindigkeit eine Massenzunahme für einen außen stehenden Beobachter ergeben. Dieser Effekt ist seit langer Zeit bekannt und wird durch die Relativitätstheorie erklärt. Eine zusammenfassende Darstellung der Methoden zur Erzeugung von Millimeter- und Zehntelmillimeterwellen bis zum Stand um 1960 geben die Berichte [1] und [2].

Das Gyrotron

Das Prinzip der neuartigen Gyrotron-Elektronenröhren, mit denen jetzt erstmals die Erzeugung großer Leistungen bei Ultramikrowellen möglich wurde, basiert auf dem relativistischen Massenzuwachs von Elektronen mit zunehmender Geschwindigkeit [3, 4]. Im Gyrotron bewegen sich Elektronen auf spiralförmiger Bahn in einem longitudinalen magnetischen Führungsfeld innerhalb eines kreiszylindrischen Hohlleiters, der von einer H_{01}-Welle (TE_{01}-Modus) angeregt ist. Der H_{01}-Wellentyp weist in sich geschlossene konzentrische elektrische Feldlinien auf (*Bild 1*). Dieses E-Feld der (anzuregenden oder zu verstärkenden) elektromagnetischen Welle tritt mit den im Magnetfeld des Führungsfeldes mit Zyklotronfrequenz rotierenden Elektronen in Wechselwirkung, beschleunigt oder verlangsamt diese also je nach Phase in Richtung quer (transversal) zur translatorischen Triftbewegung.

Bild 2 veranschaulicht die Wechselwirkung, wenn die Frequenz ω der H_{01}-Welle Resonanz mit der Zyklotronfrequenz ω_c der Elektronen im Magnetfeld hat. Anfangs waren die individuel-

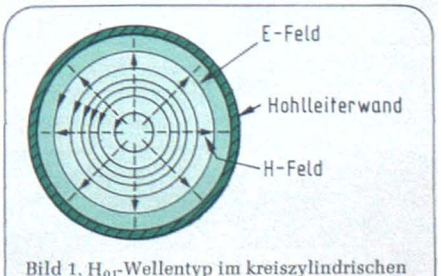
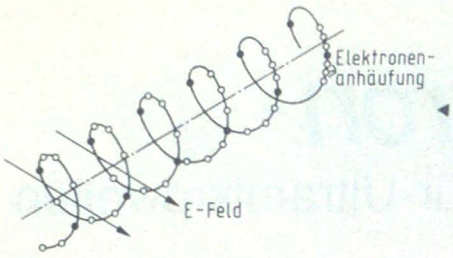


Bild 1. H_{01}-Wellentyp im kreiszylindrischen Hohlleiter



◀ Bild 2. Paketierung von Elektronen auf der spiralförmigen Bahn in einem longitudinalen Magnetfeld und transversalen hochfrequenten elektrischen Wechselfeld (Zyklotronfrequenz = Wechselfeldfrequenz)

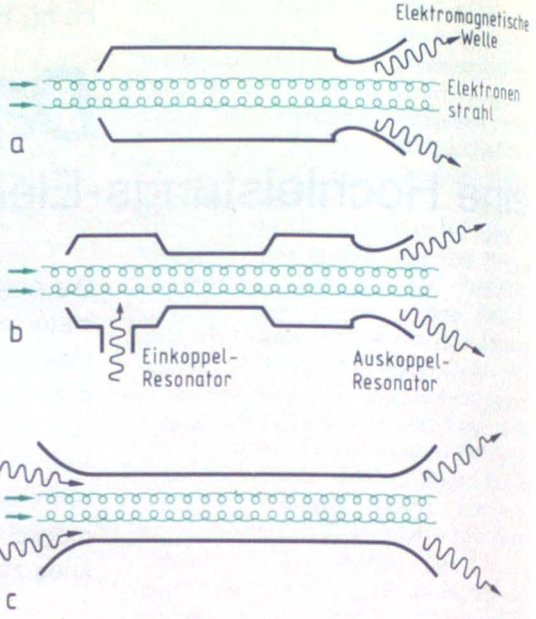


Bild 3. ▶ Prinzipanordnung verschiedener Gyrotrons; a = Gyromonotron-Oszillator, b = Gyroklystron-Verstärker, c = Gyro-Wanderfeld-Verstärker

len Elektronen gleichförmig längs der Spiralbahn verteilt. Durch die Wechselwirkung mit dem elektrischen Feld der H_{01}-Welle werden die Elektronen jedoch in ihrer Umlaufgeschwindigkeit (Zyklotronfrequenz) moduliert, weil sich dadurch die relativistische Masse der Elektronen ändert. Die Masse der Elektronen wird größer und dadurch ihre Zyklotronfrequenz niedriger, wenn deren transversale kinetische Energie zunimmt. Umgekehrt erniedrigt sich die relativistische Masse der Elektronen und ihre Zyklotronfrequenz wird entsprechend höher, wenn ihre tranversale kinetische Energie abnimmt.

Die Zyklotronfrequenz relativistischer Elektronen ist gegeben durch die Beziehung

$$\omega_c = \frac{e \cdot B_o}{m_o \cdot \gamma} \qquad (1)$$

Darin ist e = Ladung des Elektrons, m_o = Ruhmasse des Elektrons, B_o = magnetische Induktion des Führungsfeldes und

$$\gamma = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \qquad (2)$$

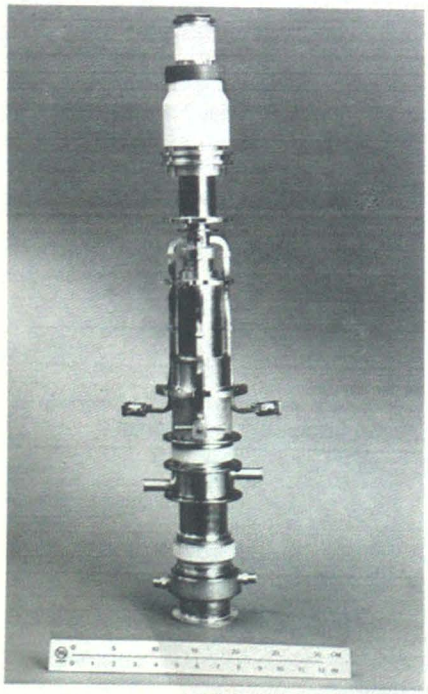


Bild 4. Gyroklystron-Verstärker für 28 GHz

der sogenannte relativistische Faktor (v = Geschwindigkeit des Elektrons in Richtung des beschleunigenden Hf-Feldes der Welle, c = Vakuum-Lichtgeschwindigkeit). Aus Gleichung (1) ist ersichtlich, wie die Zyklotronfrequenz ω_c von der Elektronengeschwindigkeit (bzw. kinetischen Energie) und den übrigen Parametern abhängt.

Wie aus Bild 2 hervorgeht, hat die Geschwindigkeitsmodulation durch das elektrische Querfeld der elektromagnetischen Welle eine Paketierung der Elektronen zur Folge, indem sich die anfänglich gleichförmig auf der Spiralbahn verteilten Elektronen zu Gruppen oder Paketen zusammenschließen. Dieser Mechanismus entspricht demjenigen bei einem Klystron oder einer Wanderfeldröhre. Der Unterschied zwischen dem Gyrotron und diesen zuletzt erwähnten Mikrowellenröhren besteht aber darin, daß bei letzteren die Geschwindigkeitsmodulation durch ein longitudinales elektrisches Hf-Feld bewirkt wird, während das geschwindigkeitsmodulierende Feld beim Gyrotron quer zur Triftbewegung der Elektronen wirkt und über den relativistischen Masseneffekt die Zyklotronfrequenz beeinflußt. Die Phasenfokussierung ist beim Gyrotron also eine Folge relativistischer Effekte.

Wie bei den Klystrons und Wanderfeldröhren wandelt sich auch hier die Geschwindigkeitsmodulation der Elektronen mit zunehmender Wegstrecke allmählich in eine Phasenfokussierung um. Am Ende des Wechselwirkungsraumes (Hohleiter, Resonator usw.) hat sich die Phase zwischen den Elektronenpaketen und dem elektrischen Feld der elektromagnetischen Welle so geändert, daß sich die Elektronenpakete im Bremsfeld des Hf-Feldes bewegen und damit ihre kinetische Energie kohärent an das Hf-Feld abgeben.

Diese für Verstärkung und Schwingungserzeugung erforderliche Betriebsbedingung kommt zustande, wenn die Frequenz ω des Hf-Feldes die Zyklotronfrequenz ω_c überschreitet. Damit die Röhre arbeitet, muß

$$\omega \cong n \cdot \omega_c \qquad (3)$$

gewählt werden, wobei n = 1,2,3... sein kann. Optimale Wechselwirkung zwischen Elektronen und Welle kommt für n = 1 (Fundamentale) zustande. Unter diesen Betriebsbedingungen benötigt man aber auch sehr starke Magnetfelder zur Einhaltung der Zyklotronfrequenz. Man kann aber auch die Röhre in Harmonischen der Zyklotronfrequenz erregen, also für Werte n = 2, 3... Dann nimmt zwar die Wechselwirkung und damit Leistung und Wirkungsgrad der Leistungsumsetzung ab, man gewinnt dadurch aber den entscheidenden Vorteil, daß zur Anregung bzw. Verstärkung einer bestimmten Frequenz die magnetischen Feldstärken auf 1/n kleinere Werte reduziert werden können. Das ist wichtig, wenn extrem kurze Wellen im Submillimeterbereich verarbeitet werden sollen, wo man zur Anregung der Fundamental-Zyklotronfrequenz (n = 1) sehr starke Magnetfelder benötigt, die sich nur mit supraleitenden Magneten erzeugen lassen.

Gyrotrons hat man als Generatoren und Verstärker für Ultramikrowellen nach den Grundbauformen von Klystrons und Wanderfeldröhren (TWT) gebaut. *Bild 3* veranschaulicht schematisch einige Ausführungsbeispiele.

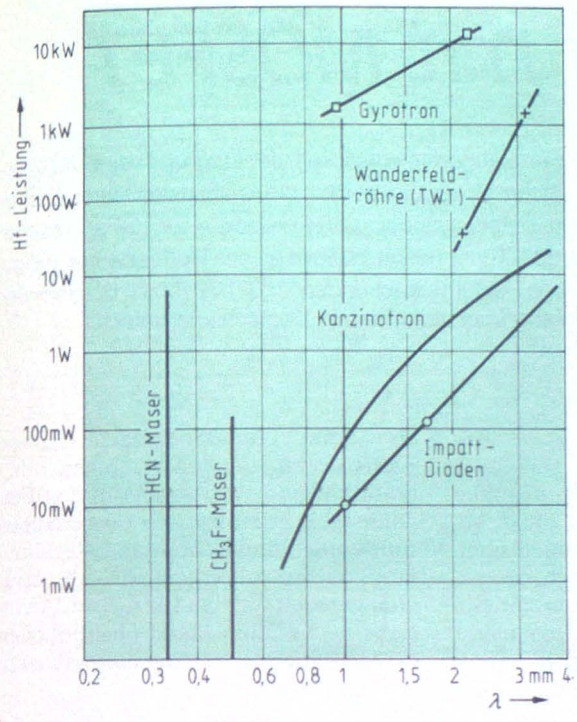


Bild 5. Hf-Leistungen verschiedener Strahlungsquellen für Ultramikrowellen

Es ist bemerkenswert, daß die grundlegenden physikalischen Ideen, auf denen das Gyrotron beruht, seit mehr als zwanzig Jahren bekannt und astrophysikalischen Ursprungs sind [5]. Es ist wahrscheinlich, daß Radiowellen solarer und kosmischer Herkunft zum Teil auf der kohärenten Emission und Verstärkung durch Elektronen beruhen, die in stellaren Magnetfeldern mit Zyklotronfrequenz umlaufen.

Schrifttum

[1] *Klinger, H. H.*: Die Methoden zur Erzeugung und Verstärkung von Millimeterwellen und Submillimeterwellen. Schweizerische Technische Zeitschr. STZ Nr. 40 (1961), S. 813...819, Nr. 41 (1961), S. 833...837.

[2] *Klinger, H. H.*: Physik und Technik der Millimeterwellen. Funk und Ton, Nr. 10 (1954), S. 509...519.

[3] *Godlove, T. F.; Granstein, V.L.*: Gyrotron: Reborn Tube is a Millimeter Powerhouse. System News, Vol. 7 (1977), Nr. 11, S. 75...82.

[4] *Hirshfield, J. L.; Granstein, V. L.*: The Electron Cyclotron Maser – An historical Survey. Transact. Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT–25, Nr. 6 (1977), S. 522...527.

[5] *Twiss, R. Q.*: Radiation transfer and the possibility of negative absorption in Radio Astronomy. Austr. Jour. Phys., Vol. 11 (1958), S. 564...579.

Bild 4 zeigt die technische Ausführung eines Gyroklystron-Verstärkers für 28 GHz von Varian. Diese Verstärkerröhre hat folgende technische Daten:

Hf-Dauerleistung:	200 kW
Frequenz:	28 GHz
Magnet. Flußdichte:	1,1 T ≙ 11 kG
Strahlspannung:	80 kV
Strahlstromstärke:	8 A
Leistungsverstärkung:	30 dB
Wirkungsgrad:	31 %
Bandbreite:	0,2 %

Bild 5 gibt für verschiedene kohärente Strahlungsquellen die maximal erzielten Hf-Leistungen im Wellenbereich 4 mm bis 0,2 mm wieder. Wie ersichtlich, sind Gyrotrons die für Ultramikrowellen gegenwärtig leistungsstärksten Generatoren. Die erreichten Hf-Leistungen dürften in Zukunft noch weiter gesteigert werden können. Der Grund für die hohen, mit Gyrotrons erzielbaren Hf-Leistungen liegt in der Tatsache, daß man die geometrischen Abmessungen sowohl der Hf-führenden Systeme als auch der Katoden groß und unabhängig von der anzuregenden Wellenlänge der Strahlung machen kann. Auch gibt es bereits Gyrotrons mit größerer Bandbreite.

Das Anwendungsgebiet von Gyrotrons liegt gegenwärtig vor allem in der Möglichkeit zum Aufheizen von Plasma für Zwecke der Kernfusion. Aber schon zeichnen sich künftige Anwendungen in der Weltraum-Navigationstechnik und in der Nachrichtentechnik ab.

„Aber die Wellen, die aus dem Ausland kommen..."

Kennzeichnend für den Menschen Leo Pungs, über dessen Tod wir auf S. 42 im Informationsteil dieses Heftes berichten, ist eine Geschichte, die er an seinem 90. Geburtstag erzählte: „Als wir 1920 die ersten Versuche mit Rundfunk machten, bekamen wir immer wieder Briefe von einem Herrn, der behauptete, die elektromagnetischen Wellen verursachten bei ihm Gesundheitsstörungen: Er könne nicht mehr schlafen, er könne nicht mehr richtig essen usw. Wir baten ihn, uns einmal zu besuchen, und da sahen wir, daß da etwas Pathologisches war. Wir konnten es ihm nicht ausreden; er blieb bei seinen Behauptungen, und da sagten wir ihm schließlich: ‚Ja, Sie haben recht: Es kommen Wellen vor, bei denen Gesundheitsstörungen auftreten können. Aber die deutschen Wellen sind gut gesiebt; davon bekommt man keine Gesundheitsstörungen. Dagegen die Wellen, die aus dem Ausland kommen, zum Beispiel aus England, die können schon solche Gesundheitsstörungen hervorrufen.'

Der Herr war zufrieden und ging weg. Da hörten wir nach einiger Zeit von Marconi in England, daß sie dort laufend Briefe von einem Herrn aus Deutschland erhielten, der sich darüber beklagte, daß er Gesundheitsstörungen durch Radiowellen bekomme. Wir haben dem Vertreter von Marconi empfohlen, er solle dem Herrn schreiben, daß die störenden Wellen wahrscheinlich aus – Frankreich kämen..."

G.G.

Gerd Maier, Erich Kirschner, Bertram Fischer

Europa-Fernsehtuner mit MOSFET

Von Saba wurde ein Tuner für Fernsehgeräte entwickelt, der aufgrund seiner Konzeption und seiner elektrischen Daten einen Einsatz für die wichtigsten europäischen Standards – CCIR, Italien und Ostblockländer (OIRT) – sowie für Kabelfernsehen (CATV) ermöglicht. Dieser Europa-Tuner (siehe Titelbild dieses Heftes) wurde mit guten Ergebnissen in verschiedenen Felduntersuchungen in CATV-Netzen Belgiens und der Schweiz sowie beim Empfang über Antennen in Deutschland getestet.

Stand der Technik bei CATV-Tunern

Das Bipolar-Konzept

In den heute am weitesten verbreiteten Tunern werden herkömmliche Transistoren eingesetzt, die zum Teil mit abgestimmten Vorstufen arbeiten, um gewisse, dem Transistor anhaftende Mängel hinsichtlich Kreuzmodulationsfestigkeit zumindest im Weitabbereich, d. h. mehr als fünf Kanäle vom Nutzsender entfernt, zu kompensieren (*Bild 1*). Die elektrischen Eigenschaften können jedoch nur zum Teil als brauchbar angesehen werden und erfahren bei bestimmten Regelzuständen noch eine weitere Beeinträchtigung.

Tuner in Hochmischtechnik

Längere Zeit hat man geglaubt, daß die Hochmischtechnik (*Bild 2*) bei Tunern für die Kabelnetze ausreichend sei. Dies war sicherlich richtig, solange nur wenige Programme mit nicht allzu stark voneinander abweichenden Pegeln zur Verfügung standen. Aus heutiger Sicht, wo bis zu 15 Programme in einem Netz vorhanden sind, reichen die mit dieser Schaltungsart erzielbaren Ergebnisse aber für nahezu alle Parameter nicht mehr aus. Die hinsichtlich der Störleistung an den Antennenklemmen verschärften Postvorschriften tun ein übriges, so daß diese Schaltungsmöglichkeit in den Hintergrund rückt, solange keine übersteuerungsfesten, rauscharmen und zudem noch kostengünstigen Halbleiter-Mischerbauteile angeboten werden. Die Störungen sind besonders dann groß, wenn die Gleichung

$f_x = {}^1/_2\, f_y$, aus der

$f_x = f_y - f_x$

folgt (f_x, f_y = beliebige Frequenzen), erfüllt ist.

Hochstromkonzept mit PIN-Dioden-Regelung

Mit Hochstromtransistoren ergeben sich hinsichtlich Rauschen und Kreuzmodulation etwas bessere Werte als beim Bipolar-Konzept. Diese Transistoren sind aber hinsichtlich Stabilität und Anpassung an den Eingangskreis recht kritisch und erlauben nur einen eingeschränkten Regelumfang, da nur mit einem PIN-Abschwächer geregelt werden kann (*Bild 3*). Von den heute am Markt befindlichen CATV-Tunern schneidet diese Konzeption am besten ab.

Welche Voraussetzungen muß ein Europa-Tuner erfüllen?

Technische Voraussetzungen

- Empfang der VHF- und UHF-Bereiche Europas,
- ausreichende Spiegelfrequenzsicherheit,
- hohe N + 5-Kanal-Sicherheit,
- gute Übersprechwerte,
- geringes Rauschen,

Bild 2. ▶ Blockschaltung eines Tuners in Hochmischtechnik

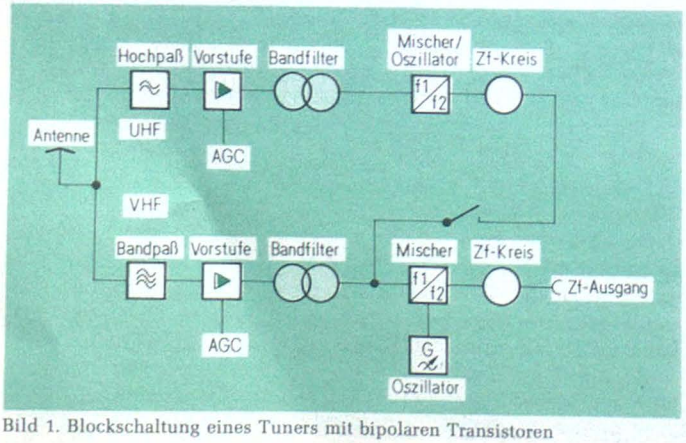


Bild 1. Blockschaltung eines Tuners mit bipolaren Transistoren

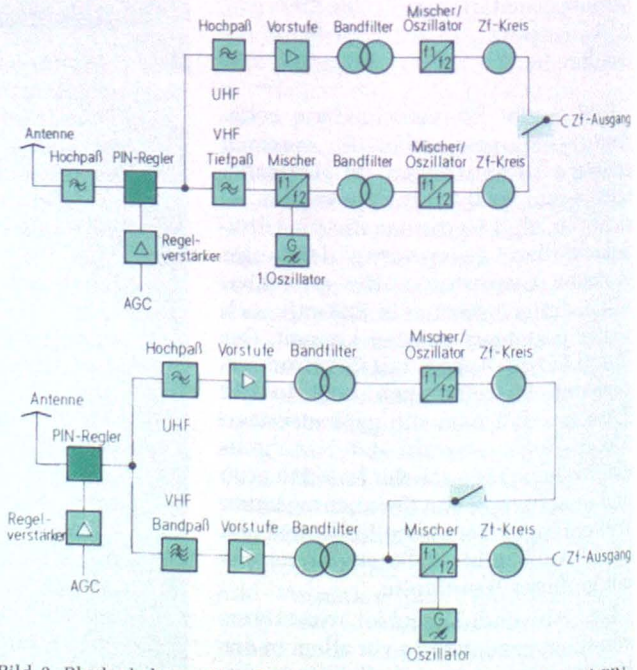
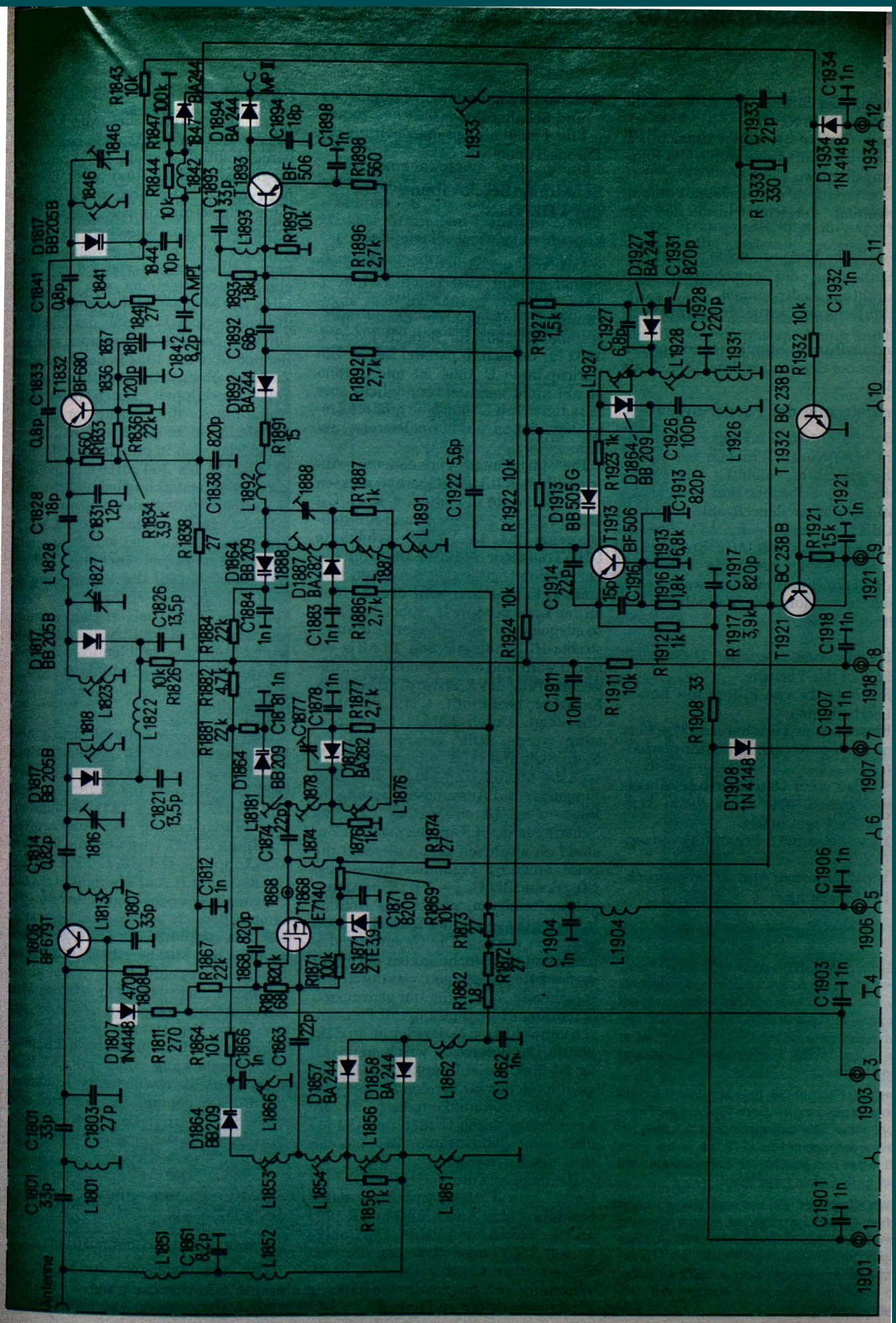


Bild 3. Blockschaltung eines Tuners mit Hochstromtransistoren und PIN-Dioden-Regelung


Antenne
T1806 BF679T
T1832 BF680
T1868 E7140
T1893 BF506
T1913 BF506
T1921 BC238B
T1932 BC238B
D1817 BB205B
D1807 1N4148
D1864 BB209
D1857 BA244
D1858 BA244
D1892 BA244
D1894 BA244
D1927 BA244
D1934 1N4148
D1908 1N4148
D1913 BB505G
D1864 BB209
IS1871 ZTE3,9
MP I
MP II
1901
1903
1906
1907
1918
1921
1934

- minimaler Einfluß der AGC auf die Durchlaßkurve,
- gute Oszillatorstabilität hinsichtlich Drift und Mitnahme durch die Empfangsfrequenz (FM),
- Überstreichen des längsten vorkommenden Bereiches (also des für CATV).

Postalische Bestimmungen

- Einhaltung der verschärften Störstrahlungsbedingungen,
- Erfüllung der Einstrahlungsvorschriften,
- automatische Stummsteuerung des Tons bei Empfang anderer Dienste als TV.

Realisierung der Forderungen

Bei der Entwicklung des Europa-Tuners bereitete ein Problem besondere Schwierigkeiten, nämlich das Hochtreiben der Filterselektion bei gleichzeitig niedriger Rauschzahl, und dies bei dem extrem langen CATV-Bereich von 50 MHz bis 300 MHz. Ein solcher Frequenzbereich deckt die Kanäle K 2...S 20 ab. Dieses Problem war nur zu lösen, indem folgende Maßnahmen ergriffen wurden:

- Einsatz eines speziellen UHF-MOSFET in der Vorstufe,
- Realisierung von Filtern mit hohen Leerlaufgüten,
- Einsatz eines rauscharmen Mischers mit gutem Kreuzmodulationsverhalten,
- Aufbau einer Oszillatorstufe, die einen hohen, aber ausreichend konstanten Pegel liefert,
- kapazitätsarme Schaltungskonzeption,
- kapazitätsarmer Aufbau der gedruckten Schaltung,
- Verwendung besonderer Kapazitäts- und Schalterdioden.

Bild 4 zeigt die Gesamtschaltung des Europa-Tuners von Saba.

Gerd M. Maier (35) hat bis 1968 an der Fachhochschule Konstanz Hochfrequenztechnik studiert. Danach war er in der Entwicklung bei Sylvania in Batavia/USA und ab 1970 in der FM-Tuner-Entwicklung tätig. Seit 1972 ist er bei Saba für die Fernsehtuner-Entwicklung zuständig.

Bertram Fischer (36) hat nach seiner technischen Ausbildung im Jahre 1962 bei der Firma Hopt seine Entwicklungstätigkeit auf dem Hf-Sektor aufgenommen. 1972 trat er bei Saba ein, wo er sich seitdem mit Entwicklungen auf dem UHF-Gebiet beschäftigt.

Erich Kirschner (53) war nach seiner technischen Ausbildung zunächst mit der Wartung von elektronischen Geräten beschäftigt. Nach 15jähriger Entwicklungstätigkeit als Tuner-Projektleiter bei Hopt kam er 1972 zu Saba, wo er sich mit Entwicklung auf dem VHF-Gebiet beschäftigt.

Schaltungsbeschreibung des VHF-Teils

Vorstufe mit Zwischenkreisfilter

Das von der Antenne empfangene Signal gelangt über einen Tiefpaß L 1851, C 1861, L 1852 zu dem abgestimmten Eingangskreis, dessen Speisespulen L 1861 für Bereich I und L 1862 für Bereich III parallel liegen. Die Varicapdiode D 1864 ist mit C 1866 (1 nF) nicht verkürzt, ermöglicht aber zusammen mit L 1866 eine größere Frequenzvariation als normalerweise üblich.

Die im Tuner verwendeten Abstimmdioden BB 209 (Quartett) müssen spezielle Werte einhalten, z. B. $C_1/C_{28} \geqq 12:1$, $C_{28} = 2{,}6...2{,}9$ pF und Aussteuerbereich bis 33 V. Der selektierte UHF-Transistor E 7140 (T 1868) mit hoher Steilheit, geringem Rauschen und kleinen Kapazitäten wird über C 1863 an den Kreis gekoppelt, wobei das Filter so ausgelegt ist, daß einerseits die angestrebte Hf-Bandbreite von 20 MHz erreicht wird und andererseits die Einfügedämpfung des Kreises, die direkt das Rauschen beeinflußt, 1...1,5 dB nicht übersteigt. Durch leichte Fehlanpassung wurde dafür gesorgt, daß die Stern-Stabilität [1] S = 5 erzielt wird, weil der MOSFET E 7140 bei optimaler Eingangs- und Ausgangsanpassung infolge des Linvill-Faktors [2] ins Schwingen gerät. Um den stabilen Zustand zu erreichen und außerdem die beim MOSFET besonders hohe Ausgangskapazität $C_{oss} = 1{,}8$ pF herunterzutransformieren, mußte das richtige Induktivitätsverhältnis L 1881/L 1878 gefunden werden. Die Gesamtstreukapazität an den Hochpunkten der Filter darf nur 1,5 pF betragen, was durch entsprechende Auslegung der gedruckten Schaltung in Verbindung mit Freistanzen von Schlitzen in der Platine erreicht wurde. Das Bereich-I-Zwischenkreisfilter ist über die Fußpunktspule L 1891 gekoppelt, das für Bereich III über eine M- und Fußpunktkopplung, da die Kreisströme durch C 1878 und C 1883 über eine gemeinsame Massenableitung geführt werden.

Die Regelung der Vorstufe erfolgt am Gate 2 von T 1868, wobei die AGC-Spannung über Anschluß 3 und R 1867 an den Transistor gelangt. Die Source ist um 3,9 V angehoben, um die vom Zf-Verstärker angebotene AGC-Basisspannung für maximale Verstärkung direkt verarbeiten zu können.

Der Mischer

Bei der Auswahl des Mischtransistors müssen zwei Aspekte besonders berücksichtigt werden: die Kreuzmodulationsfestigkeit und die hierfür notwendige Oszillatoreinspeisespannung (die so niedrig wie möglich sein sollte) sowie das Rauschen. Es wurde der Transistor E 7134 gewählt mit einem Kollektorstrom von 2,5 mA und einer Transitfrequenz von 550...650 MHz. Der Mischer ist für Bereich I über die kleine Sperrkapazität der Diode D 1892 mit dem Filter verbunden und im Bereich III, wo D 1982 in den leitenden Zustand übergeht, induktiv durch L 1892 angekoppelt. Durch diese lose Ankopplung, die wegen der großen Kreislaufgüte möglich ist, wurde erreicht, daß sich in dem langen Bereich III von 114 bis 300 MHz eine nahezu konstante Verstärkung bei nicht zu großer Bandbreitenänderung im Zwischenkreisfilter ergibt.
Ein wichtiges Ziel bei jeder Tunerentwicklung ist es, bei einer angestrebten Gesamtrauschzahl die Verstärkung so klein wie möglich zu halten. So kann ein gutes Großsignalverhalten erreicht werden. Die eigentliche Verstärkung kann billiger und problemloser im Zwischenfrequenzbereich erfolgen.

Der Oszillator

Der in Basisschaltung arbeitende Transistor E 7133 (T 1913) mit niedriger Transitfrequenz ist über R 1923 mit dem Oszillatorkreis (D 1864, C 1926, L 1926 und L 1927, L 1928, L 1931) verbunden. Eine Teilspannung der angezapften Luftspule L 1927 wird über die variable Rückkopplung D 1913, C 1914 an den Emitter geführt und ermöglicht so ein gleichmäßiges Schwingen über den gesamten Bereich bei zusätzlicher variabler Auskopplung der Oszillatorspannung an den Mischer, da C 1922 hinter der Rückkoppeldiode D 1913 angeschlossen ist. Der Oszillatorpegel schwankt nur zwischen 200 und 300 mV. Dieser Pegel ist fast optimal für den Mischer T 1893, um bei ausreichender Mischverstärkung und gutem Rauschen auch die erwünschten Kreuzmodulationsergebnisse zu erzielen und zwar, ohne dabei in Gefahr zu kommen, mit den neuen stengen Postvorschriften zu kollidieren.

Schaltungsbeschreibung des UHF-Teils

Vorstufe mit Zwischenkreisfilter

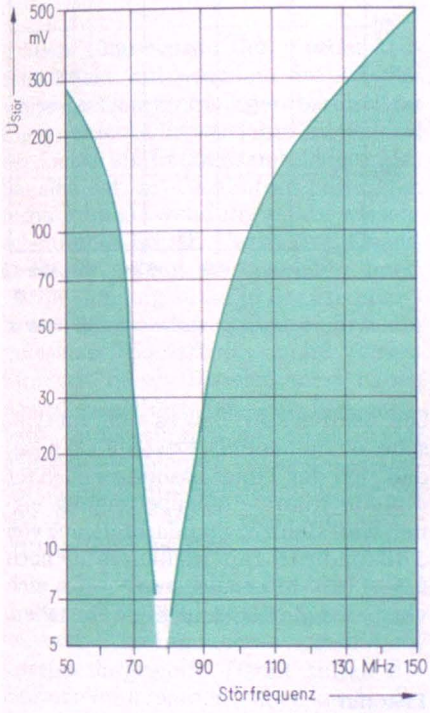
Das Antennensignal durchläuft zunächst ein Hochpaßglied C 1801, L 1801, C 1802, dessen Aufgabe es ist, das

VHF-Signal aus dem UHF-Teil fernzuhalten, und gelangt dann auf den Eingangstransistor T 1806. Dieser steuert das Zwischenkreisfilter D 1817, L 1818, C 1821 und D 1817, L 1823, C 1826 an. Die Verbindung zwischen beiden Kreisen erfolgt durch Fußpunktstromkopplung. Die Induktivitäten L 1818 und L 1823 sind Gebilde, die rechnerisch durch Transformation eines λ/4-Topfkreises in diskrete Spulen entstanden sind. Diese Anordnung bringt den Vorteil, daß nicht wie bei Topfkreisen große Ströme auf den Wänden und Deckeln fließen und daß die Spulen leicht mit gleichbleibender Qualität abzugleichen sind.

Mischer und Oszillator

Über eine induktive Auskopplung L 1828 gelangt die gefilterte Empfangsspannung an die selbstschwingende Mischstufe mit dem Transistor T 1832. Die Auslegung dieser Stufe stellte hohe Anforderungen an die Entwicklung, denn es galt, wichtige Parameter wie Kreuzmodulation, Konstanz der Schwingamplitude, Zf-Rückmischung und Temperaturdrift gleichzeitig zu optimieren.

Die vorliegende Schaltung weist eine variable Rückkopplung auf, die aus D 1817, C 1844 und C 1833 besteht. Ihre Funktion ist so zu verstehen, daß bei tiefer Frequenz, d. h. niedriger Abstimmspannung, die Kapazitätsdioden etwa 11 pF aufweisen und sich eine geringe Spannungsteilung mit C 1844 einstellt. Bei maximaler Frequenz, also hoher Abstimmung, ist die Diodenkapazität 2,3 pF und die Spannung an C 1844 entsprechend stärker heruntergeteilt. Dieses Zusammenspiel bewirkt, daß die Rückkoppelspannung mit steigender Frequenz abnimmt. Von den am



◀ Bild 5. Kreuzmodulationsfestigkeit im Bereich I für 1 % AM bei maximaler Verstärkung (x f_e = 80 MHz, $U_{Stör}$ 80 % moduliert)

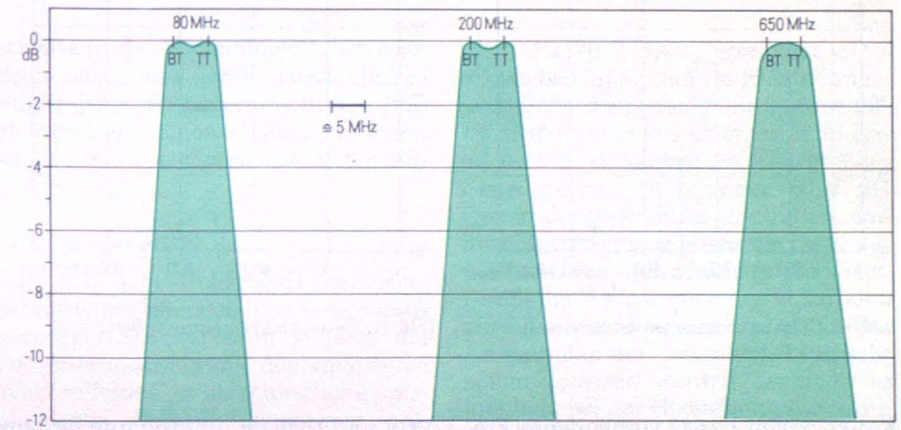


Bild 9. Hf-Durchlaßkurven bei 80 MHz, 200 MHz und 650 MHz

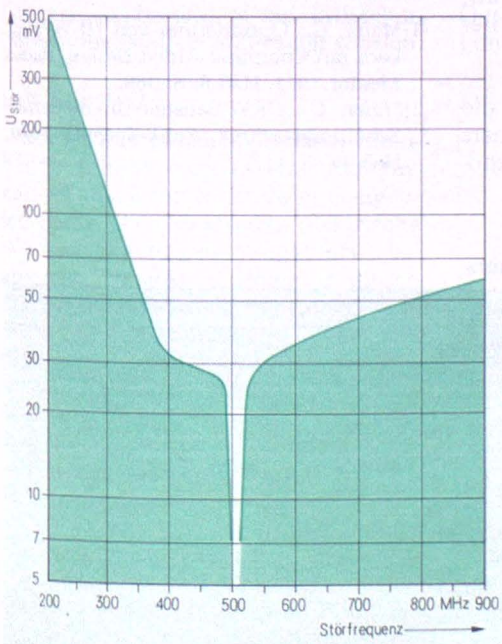
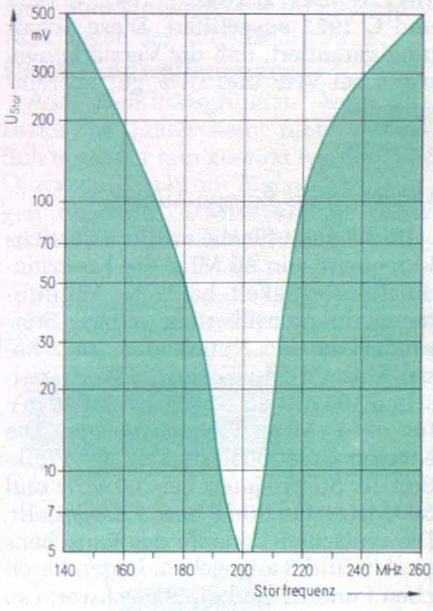


Bild 7. Kreuzmodulationsfestigkeit im UHF-Bereich für 1 % AM bei maximaler Verstärkung (f_e = 500 MHz, $U_{Stör}$ 80 % moduliert)

Bild 6 ▶ Kreuzmodulationsfestigkeit im Bereich III für 1 % AM bei maximaler Verstärkung (f_e = 200 MHz, $U_{Stör}$ 80 % moduliert)



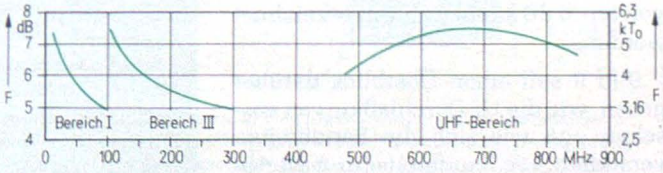


Bild 8. Verlauf des Rauschens

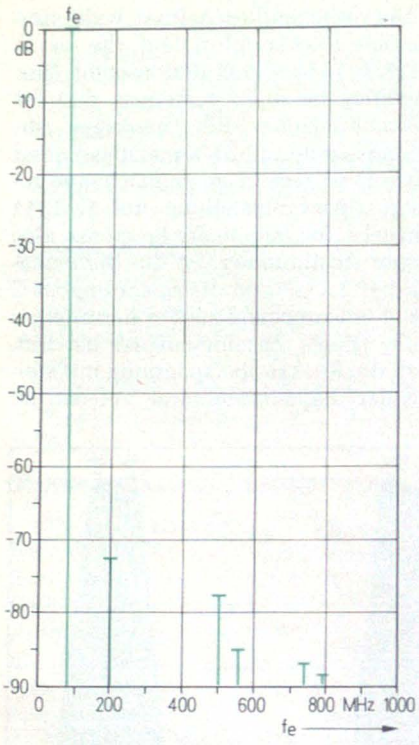


Bild 10. Übersprechverhalten im Bereich I

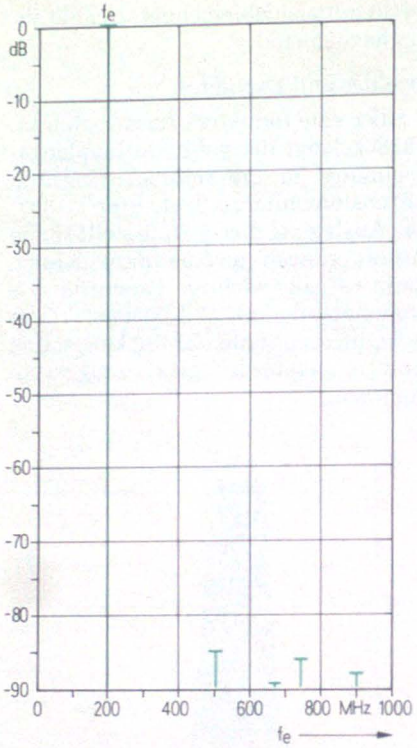


Bild 11. Übersprechverhalten im Bereich III

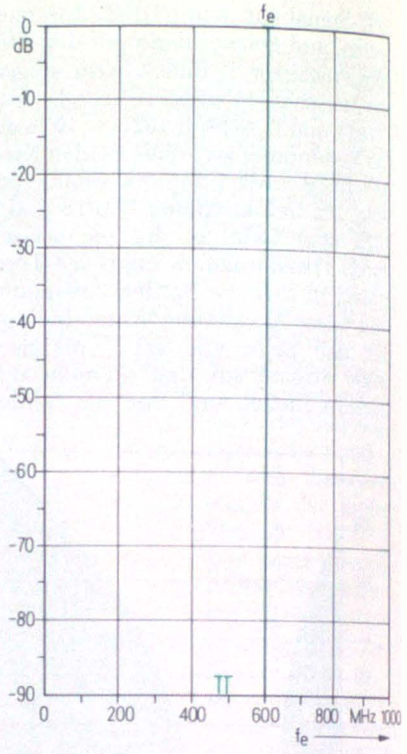


Bild 12. Übersprechverhalten im UHF-Bereich

Kollektor von T 1832 vorhandenen Frequenzen f_e, f_{osz}, $f_{osz}+f_e$, und $f_{osz}-f_e=f_{Zf}$ wird die Zwischenfrequenz f_{Zf} über L 1841, R 1841, C 1842, L 1842, L 1933 und C 1933 ausgefiltert. Diese Schaltung garantiert, daß die Verstärkungswerte bei VHF und UHF gut übereinstimmen.

Meßwerte des Europa-Tuners

Bild 5 zeigt für die mittlere Bereich-I-Frequenz von 80 MHz die Kreuzmodulationsfestigkeit bei 1 % Amplitudenmodulationsübertrag eines Störsenders in den Nutzsender. Im 2-Kanal-Abstand schwanken die Werte zwischen 100 mV für –14 MHz und 40 mV für +14 MHz Frequenzablage. Die Kreuzmodulationsfestigkeit als Funktion der Störfrequenz bei 200 MHz und 500 MHz ist in *Bild 6* bzw. *7* dargestellt. Die typischen Verläufe des Rauschens sind in *Bild 8* angegeben. In den Bereichen I und III sind die Rauschwerte an den Bereichsanfängen am höchsten, weil sich hier das schlechtere L/C-Verhältnis der Filter einstellt. Die Werte von typ. 6 dB können als gut bezeichnet werden.

Bild 9 soll einen Überblick darüber geben, wie die Hf-Durchlaßkurven aussehen und wie sich die Bandbreiten verändern. Die Bandbreite für 3 dB Absenkung der Hf-Spannung beträgt bei VHF und UHF ca. 10 MHz und bezieht sich jeweils auf eine Frequenz, die in Bereichsmitte liegt.

Die *Bilder 10, 11 und 12* zeigen das Übersprechverhalten des Tuners, wobei bei einer bestimmten Nutzfrequenz f_e der Bereich 30 MHz...1000 MHz gewobbelt und hierbei alle Mischprodukte aufzeichnet wurden. Für den Bereich I sind die Werte besser als 70 dB, im Bereich III und im UHF-Bereich liegen sie um 85 dB.

In der *Tabelle* sind nochmals die wichtigsten Daten des Europa-Tuners zusammengestellt, wobei hervorgehoben werden soll, daß es sich um typische Werte handelt. Erwähnt sei noch, daß sich der Tuner besonders auch für digitale Informationsübertragung eignet, weil sich zur Standardtoleranz von 3 dB für die Hf-Durchlaßkurve nur noch 0,5...1 dB hinzuaddieren, wenn sich verschiedene Regelzustände einstellen.

Literatur

[1] *Maier, G.*: Optimierung von Hf-Verstärkern mit Computer-Aided Design. Radio Mentor 1971, Heft 6, S. 369.

[2] *Maier, G.*: UKW-Baustein in moderner Schaltungstechnik. Funk-Technik 1970, Heft 11, S. 417.

Technische Daten des Europa-Tuners

	Bereich I	Bereich III	UHF-Bereich
Frequenzbereich	47,25... 111,25 MHz	110,75... 301,25 MHz	470... 860 MHz
Verstärkung	23 dB	23 dB	21 dB
Rauschen	7 dB	7 dB	7 dB
Spiegelfrequenzsicherheit	60 dB	60 dB	45 dB
Zf-Sicherheit	50 dB	75 dB	80 dB
AGC-Bereich	50 dB	50 dB	40 dB
Übersprechen	72 dB	90 dB	85 dB
Kreuzmodulationsfestigkeit bei maximaler Verstärkung	50 mV	50 mV	25 mV
Verformung der Durchlaßkurve bei Verstärkungsänderung von $V_{p\,max}$ auf $V_p = -30$ dB	0,5 dB	0,5 dB	0,5 dB

Dipl.-Ing. Hans Peschl

Der Quarz

Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften

1. Teil

In zunehmender Zahl findet man heute Quarzschwinger als Bauelemente in elektronischen Schaltungen. Sie werden entweder als frequenzstabilisierende Elemente in Oszillatorschaltungen oder als Siebmittel in Filterschaltungen eingesetzt.

Etwa 1880 wurde der piezoelektrische Effekt, auf welchem die Arbeitsweise des Quarzschwingers beruht, von Curie entdeckt. Erst 40 Jahre später fand der Quarz als frequenzstabilisierendes Bauelement in Oszillatorschaltungen technische Anwendung – als wissenschaftlicher Erfolg. Durch den Quarz-Oszillator gelang es, bis dahin unerreichte Genauigkeiten in der Frequenz- bzw. Zeitmessung zu erreichen. In mühsamer Kleinarbeit erzielte Verbesserungen dieses Bauelementes haben dann dazu geführt, daß heute Frequenz- bzw. Zeitmessungen mit einer in der üblichen Meßtechnik völlig undenkbaren Genauigkeit – Meßungenauigkeiten von 10^{-10} bis 10^{-13} sind Standard – durchgeführt werden.

Im folgenden werden die Wirkungsweise und die wichtigsten Eigenschaften von Schwingquarzen zusammenfassend dargestellt. Damit sollen die Einsatzmöglichkeiten, aber auch die Grenzen, insbesonders bei kritischen Anwendungsfällen, aufgezeigt werden.

Der Rohstoff

Körper aus piezoelektrischen Materialien führen mechanische Schwingungen aus, wenn sie an einer geeigneten Stelle über Elektroden elektrische Wechselspannungen zugeführt bekommen. Umgekehrt treten an diesen Elektroden Wechselspannungen auf, wenn der piezoelektrische Körper mechanische Schwingungen ausführt. Diese Eigenschaft besitzen u. a. Kristalle aus Quarz, Turmalin, Seignettesalz und neuerdings besondere Keramikarten, sogenannte Piezokeramiken. Als frequenzstabilisierendes Bauelement in Schwingschaltungen kommt wegen seiner besonders guten elektrischen Eigenschaften praktisch nur der Quarzschwinger zur Anwendung. Bis vor kurzem war hochwertiger Naturquarz Ausgangsmaterial für die Herstellung von Quarzschwingern. Fortschritte in der Technologie führten jedoch dazu, daß synthetische Quarze immer größere Verbreitung finden; ihre elektrischen Eigenschaften weichen kaum noch von denen der besten Naturquarze ab.

Die Bearbeitung

Ein aus dem Rohkristall herausgeschnittener Quarzstab bzw. eine daraus gefertigte Scheibe kann je nach der Orientierungsrichtung des angelegten Wechselfeldes unterschiedliche mechanische Schwingungsformen aufweisen (*Bild* 1). Für Frequenzen von etwa 1 MHz aufwärts kommt praktisch nur noch der Dickenscherschwinger nach Bild 1d zur Anwendung. Hier ist die mechanische Resonanzfrequenz der schwingenden, meist kreisrunden Quarzscheibe (*Bild* 2) umgekehrt proportional zu ihrer Dicke. Für einen 10-MHz-Quarz beträgt diese Dicke etwa 0,17 mm. Beim Schleifen solcher Quarzscheiben läßt sich dieser Wert im günstigsten Fall mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ mm erreichen. Das würde bedeuten, daß im Herstellungsprozeß die Ungenauigkeit bei der Resonanzfrequenz des Quarzes nicht unter 0,01 % zu senken ist. Um größere Genauigkeiten zu erhalten, wird die Quarzscheibe so dünn geschliffen, daß ihre Eigenfrequenz etwas oberhalb der gewünschten Schwingfrequenz liegt. Durch das Aufdampfen der Elektroden wird die Eigenfrequenz erniedrigt. Das Aufdampfen der Elektroden kann sehr genau gesteuert werden. Damit ist es möglich, bei der Herstellung die relativen Abweichungen vom Sollwert der Resonanzfrequenz in speziellen Fällen bis auf Werte von $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ herabzusetzen. Standardwerte der Abgleichtoleranz liegen bei $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.

Der Grundwellenquarz

Aus Stabilitätsgründen kann die Dicke der Quarzscheibe nicht wesentlich unter 0,1 mm gesenkt werden. Für Quarzschwinger mit Eigenschwingungen oberhalb 20 MHz kommt daher nicht der Grundschwingungsmodus

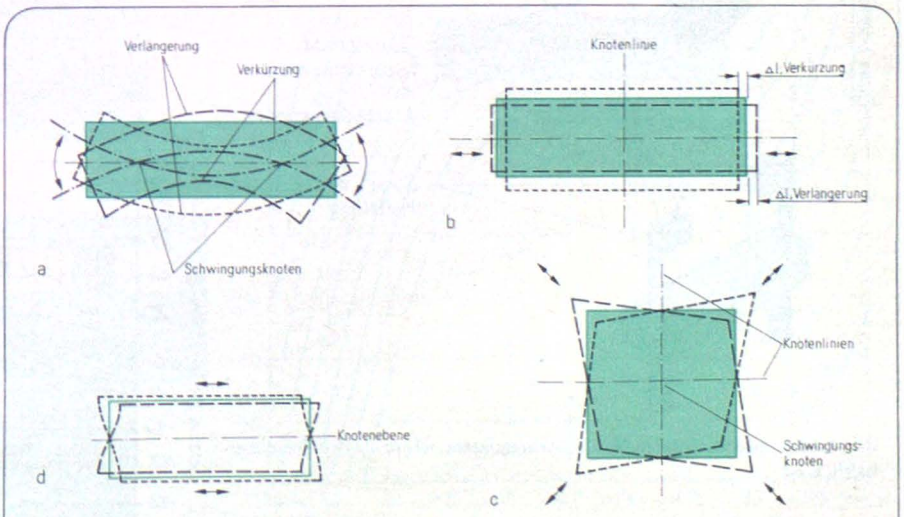


Bild 1. Schwingungsformen bei Quarzschwingern. a) Biegungsschwingungen (Biegungsschwinger); b) Längs-Dehnungsschwingungen (Längsschwinger); c) Flächen-Scherungsschwingungen (Flächenscherschwinger); d) Dicken-Scherungsschwingungen, Grundwellenerregung (Dickenscherschwinger)

von Bild 1d zur Anwendung, sondern man betreibt den Quarz in einem Oberschwingungsmodus, wie in *Bild 3* dargestellt. Daraus ist erkennbar, daß sich nur Schwingungen ungeradzahliger Harmonischer ausbilden können, weil nur das Auftreten von Schwingungsbäuchen an den Elektroden möglich ist. Bei Quarzen, die auf einer solchen Harmonischen im Betrieb schwingen, spricht man von Obertonquarzen im Gegensatz zum Grundwellen- oder Grundschwingungsquarz.

Dipl.-Ing. Hans Peschl, 46, in Zwittau geboren, studierte Nachrichtentechnik an der TH Darmstadt. Ab 1958 war er im Mikrowellen-Laboratorium der SEL in Pforzheim zunächst als Entwicklungsingenieur, später als Gruppenleiter mit der Entwicklung von aktiven und passiven RF-Bauteilen beschäftigt. Seit 1964 ist er als Hochschullehrer an der Hochschule für Technik in Bremen tätig und leitet dort das Laboratorium für Nachrichtentechnik.

Der Obertonquarz

Quarze für den Frequenzbereich zwischen etwa 20 MHz und 60 MHz schwingen auf der dritten Harmonischen, von etwa 60 MHz aufwärts auf der 5. oder 7. Harmonischen. Wenngleich Schwingquarze mit Arbeitsfrequenzen bis 250 MHz erhältlich sind (9. Harmonische), so liegt die obere Frequenzgrenze für kritische Anwendungsfälle doch bei etwa 100 bis 150 MHz.

Der Quarzschnitt beeinflußt die Temperaturabhängigkeit

Bei den hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Resonanzfrequenz von Schwingquarzen spielt natürlich die Temperaturabhängigkeit der Eigenfrequenz eine große Rolle. Diese Temperaturabhängigkeit wird weitgehend durch den Schnittwinkel bestimmt, unter welchem der Quarzschwinger in bezug auf das optische Achsensystem des Quarzkristalles herausgeschnitten wird. In *Bild 4* ist für einige Quarzschnitte die Temperaturabhängigkeit der Resonanzfrequenz dargestellt [1]. Ohne hier näher auf die Bezeichnungen für die verschiedenen Schnittwinkel und ihre genaue Orientierung zum optischen Achsensystem einzugehen, kann man aus Bild 4 doch erkennen, daß der mit AT gekennzeichnete Verlauf eine Sonderstellung einnimmt. Zwar zeigt die mit GT beschriftete Kurve einen im Prinzip ähnlichen Verlauf, jedoch ist der *Tabelle 1* zu entnehmen, daß es sich hierbei um Quarzschwinger für relativ niedrige Frequenzen handelt. Dagegen ist der AT-Schnitt für Hf-Anwendungen von etwa 1 MHz aufwärts geeignet.

Aus *Bild 5* ist die Orientierung des AT-Schnittwinkels zum optischen Achsensystem zu entnehmen. Wie genau der Schnittwinkel für eine vorgegebene Temperaturcharakteristik eingehalten werden muß, das läßt sich aus *Bild 6* erkennen [2]. Unterschiede im Schnittwinkel von einigen Minuten führen bereits zu einer beträchtlichen Änderung des Temperatur-/Frequenz-

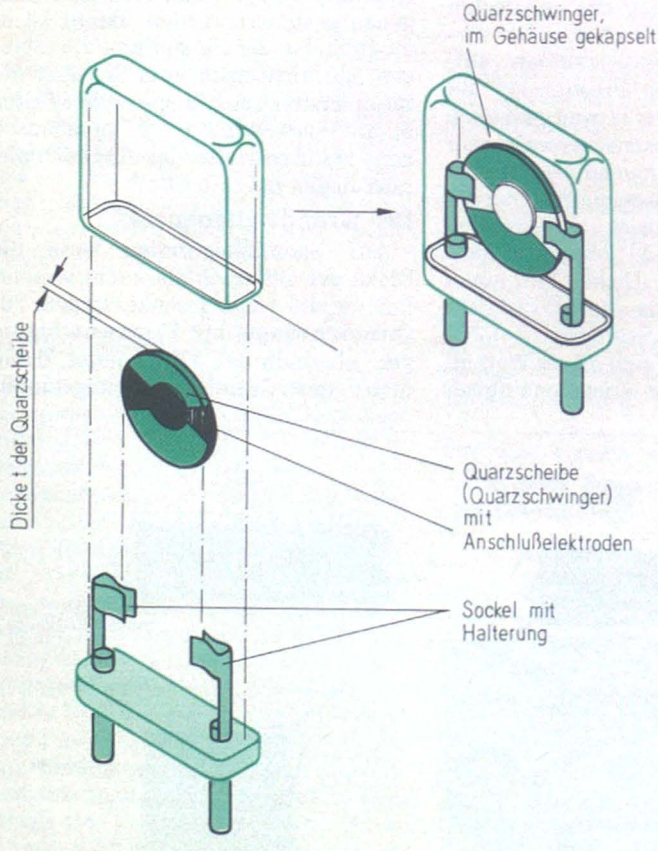
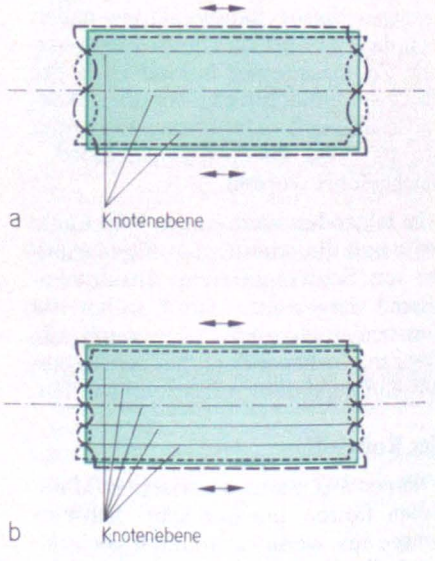


Bild 2. Prinzipieller Aufbau eines Schwingquarzes, wie er als Bauelement erhältlich ist

Bild 3. ▶ Dicken-Scherschwingungen (Oberwellenerregung), a) auf der 3. Harmonischen erregt; b) auf der 5. Harmonischen erregt



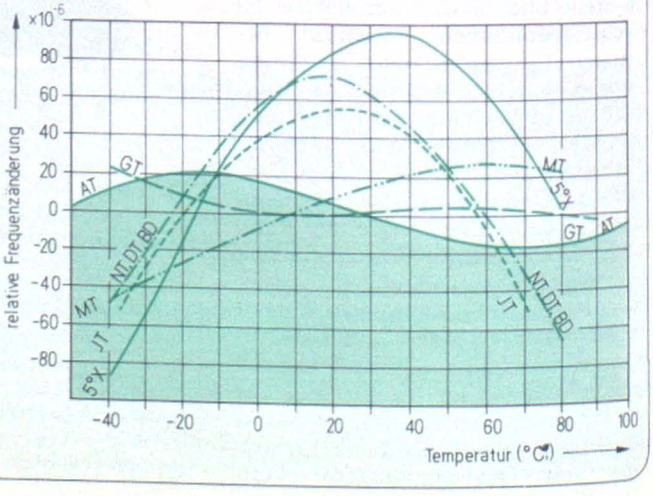


Bild 4. ▶ Temperaturabhängigkeit der Resonanzfrequenz von Quarzschwingern verschiedener Schnittwinkel

verlaufes. Jedoch bleibt der in erster Näherung kubische Verlauf dabei erhalten, wobei der Wendepunkt bei 27 °C unverändert festliegt.

Durch die Wahl des Schnittwinkels wird der Arbeitstemperaturbereich bestimmt, innerhalb dessen eine zugelassene Änderung der Quarzfrequenz nicht überschritten wird. So ergibt sich z. B. aus Bild 6, daß der mit 0 gekennzeichnete Schnittwinkel eine relative Frequenzänderung von $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ innerhalb des Temperaturbereiches von etwa −12 °C bis +58 °C ergeben würde. Der mit + 2' gekenneichnete Schnittwinkel erbrächte die gleiche relative Frequenzänderung von $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ erst über den erheblich größeren Temperaturbereich von −25 °C bis + 74 °C.

Natürlich können so genaue Schnittwinkel-Orientierungen bei der Massenherstellung manchmal nicht immer eingehalten werden. Außerdem ist der Verlauf der Temperatur-/Frequenzkurve auch noch in geringem Maße von der Frequenz (bei gleichem Schnittwinkel) abhängig. Daher werden von vielen Herstellern Schwingquarze für vorgegebene Arbeitstemperaturbereiche nach bestimmten Frequenztoleranzklassen ausgelesen.

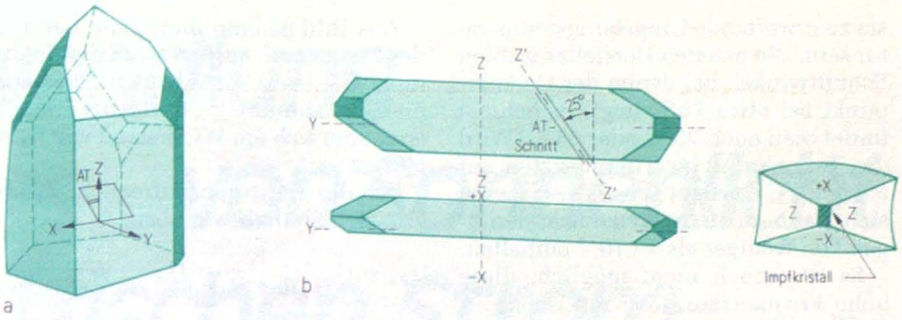


Bild 5. AT-Schnitt; Orientierung des Schnittwinkels zum optischen Achsensystem. a) Naturquarz, b) synthetischer Quarz

Der Quarz im Thermostat

Die Form der Temperatur-/Frequenzkurve beim AT-Schnitt zeigt noch einen weiteren Vorteil: In den Umkehrpunkten der Kurve ist der Temperaturkoeffizient Null. Einige Grad Temperaturänderungen haben dort nur eine sehr geringe Frequenzänderung zur Folge. Dies ist der Arbeitspunkt für Schwingquarze, die in einem Thermostaten betrieben werden. Da Quarzthermostaten sinnvollerweise im Betrieb nur geheizt und nicht gekühlt werden, sollte die Betriebstemperatur des Quarzes immer höher als die höch-

Tabelle 1. Quarzschnitte und Schwingungsformen für verschiedene Frequenzbereiche

Kristall-Schnitt	Frequenz-bereich	Schwingungsform
JT	700 Hz...15 kHz	Biegeschwinger
NT	4 kHz...150 kHz	Biegeschwinger
5°X	50 kHz...250 kHz	Längsschwinger
MT	50 kHz...250 kHz	Längsschwinger
GT	80 kHz...300 kHz	Längsschwinger
BD	80 kHz...300 kHz	Flächenscherschwinger
DT	80 kHz...550 kHz	Flächenscherschwinger
AT	1 MHz...250 MHz	Dickenscherschwinger

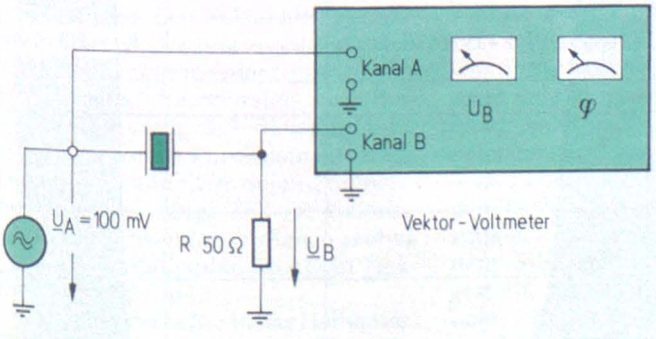


Bild 7. Meßschaltung zur experimentellen Ermittlung der elektrischen Daten von Schwingquarzen

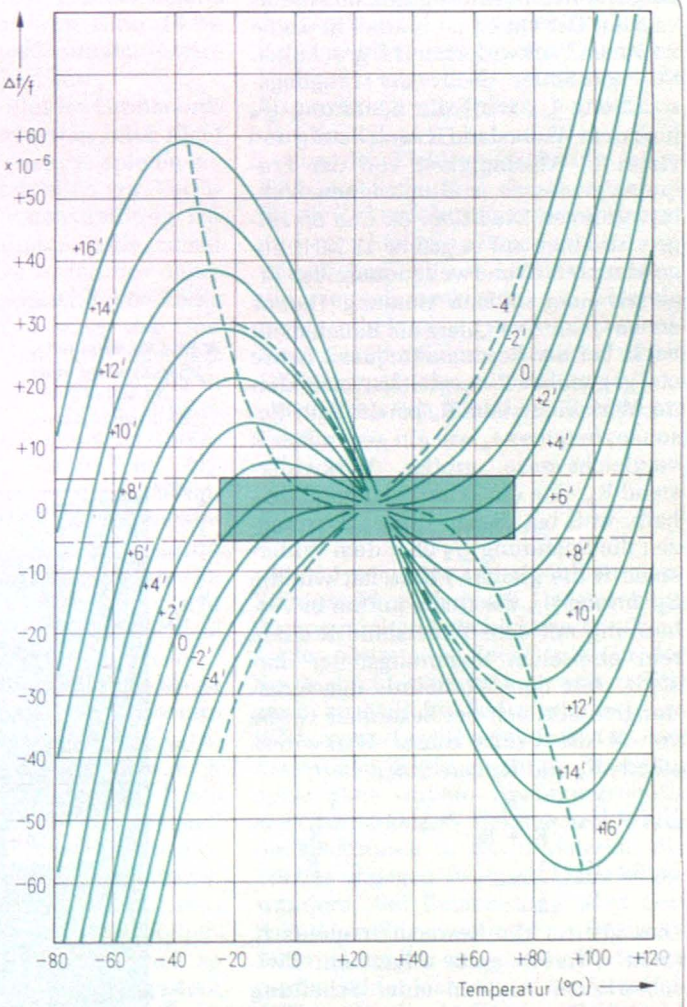


Bild 6. AT-Schnitt; relative Frequenzänderung in Abhängigkeit von der Temperatur bei Änderung des Schnittwinkels

ste zu erwartende Umgebungstemperatur sein. Die meisten Hersteller wählen Schnittwinkel, bei denen der Umkehrpunkt bei etwa 70 °C liegt, manchmal findet man auch 75 °C oder 85 °C. Wird die Temperatur im Thermostaten auf etwa ±1 °C konstant gehalten, so lassen sich dann relative Frequenzänderungen von weniger als $1 \cdot 10^{-6}$ einhalten.

Es ist jedoch nicht möglich, diese hohe Frequenzkonstanz mit einem in einem Thermostaten betriebenen Schwingquarz zu erhalten, der für Anwendungen in einem weiten Temperaturbereich gedacht ist. Im allgemeinen wird dann nämlich die Temperatur im Thermostaten nicht mit der zum Umkehrpunkt gehörenden Temperatur übereinstimmen, und das ergibt dann für die Arbeitstemperatur einen relativ großen Temperaturkoeffizienten.

Elektrisches Verhalten des Quarzes

Das elektrische Verhalten des Quarzes läßt sich z. B. mit Hilfe des in *Bild 7* dargestellten Schaltungsaufbaus untersuchen. Der Quarz ist hierbei in Reihe zu einem Wirkwiderstand R geschaltet. Bei konstanter Größe der Eingangsspannung $\underline{U}_A$ wird die Spannung $\underline{U}_B$ über dem Widerstand R nach Betrag und Phase in Abhängigkeit von der Frequenz gemessen, z. B. mit einem Vektorvoltmeter. Die *Bilder 8a* und *8b* zeigen für einen auf ungefähr 13 MHz abgestimmten Grundwellenquarz das Ergebnis einer solchen Messung. Daraus ersieht man: Der Quarz als Bauelement wirkt bei der Resonanzfrequenz f_r wie ein gegenüber R vergleichsweise kleiner Wirkwiderstand R_r, bei der Anti-Resonanzfrequenz f_a wie ein gegenüber R vergleichsweise großer Wirkwiderstand R_a. Wie ein Wirkwiderstand deshalb, weil bei diesen beiden Frequenzen die Spannung $\underline{U}_B$ über dem Widerstand R die gleiche Phase hat wie die Spannung $\underline{U}_A$, der Quarz mithin in Verbindung mit dem Widerstand R einen rein ohmschen Spannungsteiler darstellt. Aus dem Verhältnis der Spannungen läßt sich bei bekannter Größe von R die Größe dieser Wirkwiderstände R_r und R_a berechnen:

$$\underline{U}_{Br} = \underline{U}_A \cdot \frac{R}{R + R_r} = \underline{U}_A \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_r}{R}}$$

ergibt $$\frac{R_r}{R} = \frac{\underline{U}_A}{\underline{U}_B} - 1$$

Dies gilt für die Resonanzfrequenz f_r. (Man definiert ganz allgemein: Zwischen zwei Punkten einer Schaltung herrscht Resonanz, wenn die Blindkomponente zwischen diesen Punkten Null ist.)

Aus Bild 8a entnimmt man, daß bei der Frequenz f_r an R = 50 Ω die Spannung U_{Br} = 89,5 mV beträgt. Dies gilt für die Spannung $\underline{U}_A$ = 100 mV. Damit errechnet sich ein Widerstand von R_r = 5,87 Ω.

Für die Antiresonanzfrequenz f_a ergibt sich ähnlich wie oben:

$$\underline{U}_{Ba} = \underline{U}_A \cdot \frac{R}{R + R_a} = \underline{U}_A \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_a}{R}}$$

Daraus folgt wiederum:

$$\frac{R_a}{R} = \frac{\underline{U}_A}{\underline{U}_{Ba}} - 1$$

Nach Bild 8a gehört zu der Spannung $\underline{U}_A$ = 100 mV bei der Frequenz f_a die Spannung $\underline{U}_{Ba}$ = 10 µV. Damit bekommt man $R_a \approx 500$ kΩ.

(Schluß folgt)

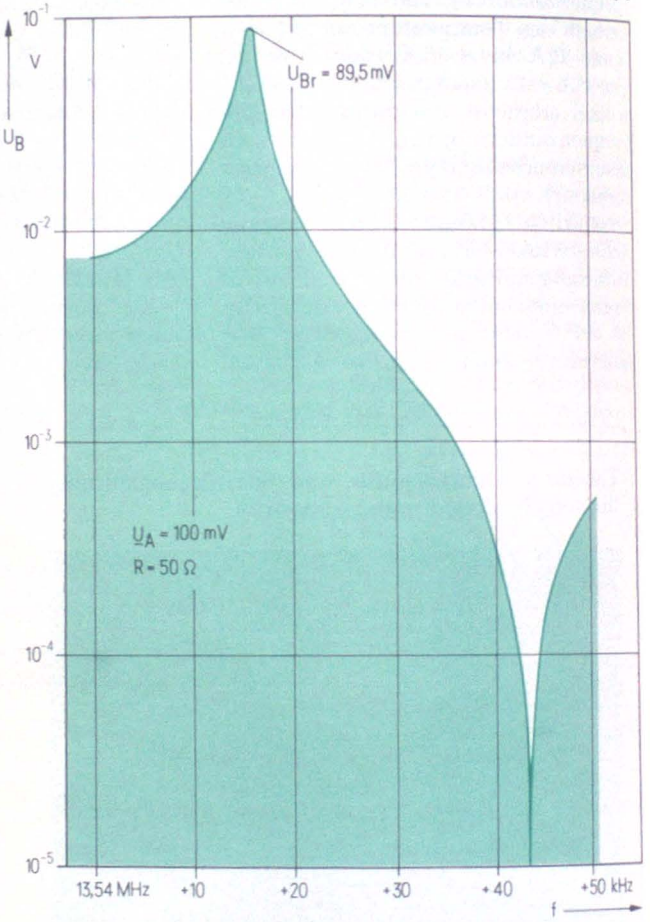
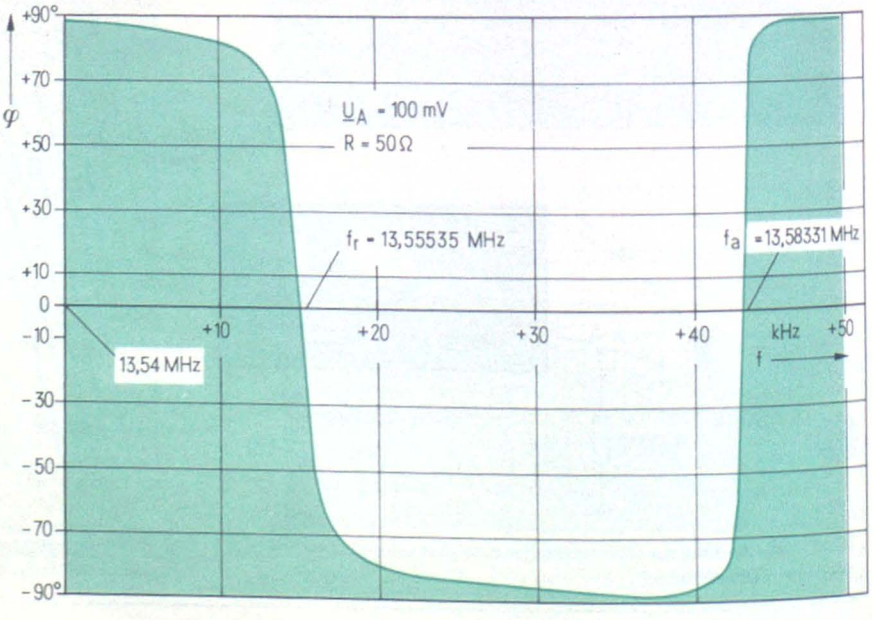


Bild 8a. ▶ Ermittelter Amplitudenverlauf eines 13-MHz-Grundschwingungsquarzes



▼ Bild 8b. Ermittelter Phasenverlauf eines 13-MHz-Grundschwingungsquarzes

Direktumwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom

1. Teil

Ein großer Teil des heute zur Verfügung stehenden elektrischen Stromes wird auf indirektem Wege durch Verbrennung von Kohle, Erdöl oder Erdgas gewonnen. Da nun in absehbarer Zeit die Vorräte an diesen fossilen Brennstoffen weltweit erschöpft sein werden, hat die Suche nach neuen Energiequellen begonnen.

Besonderes Augenmerk richtet man bei der Suche nach ungenutzten Energievorräten auf die Sonnen- oder Solarenergie: Gemittelt über die ganze Erdoberfläche strahlt die Sonne uns jährlich eine Energie von rund 10^{18} kWh zu – mehr als das Zehntausendfache dessen, was die gesamte Menschheit derzeit verbraucht. Bereits der heutige Stand der Technik gestattet es, dieses fast unvorstellbare, bisher kaum beachtete Energiepotential nutzbar zu machen. Von den zahlreichen Möglichkeiten zur Ausnutzung der Solarenergie soll im folgenden nur die im Rahmen der FUNKSCHAU interessanteste betrachtet werden: die Direktumwandlung des Sonnenlichts in elektrischen Strom mit Hilfe von Solarzellen.

Seit 1873, als Willoughby Smith die Abhängigkeit der Leitfähigkeit des Selens von der Beleuchtung entdeckte, wurde eine ganze Reihe von Zusammenhängen zwischen Licht und Elektrizität entdeckt. Bald fand man beispielsweise auch heraus, daß Licht nicht nur die Leitfähigkeit gewisser Stoffe beeinflußt, sondern auch bestimmte, „Photoelemente" genannte Anordnungen bei Beleuchtung ohne zusätzliche Spannungsquelle elektrischen Strom liefern. Allerdings war der Wirkungsgrad dieser ersten, zum Beispiel aus Kupferoxydul, Bleisulfid oder Selen aufgebauten Photoelemente noch gering. So wandelten Selen-Photoelemente, wie sie lange Zeit für Laborinstrumente verwendet wurden, nur etwa 0,6 % des auffallenden Lichts in elektrische Energie um.

Erst die Fortschritte in der Halbleitertechnik ermöglichten es, Photoelemente mit besserem Wirkungsgrad zu bauen, etwa auf der Basis von Germanium, Silizium oder neuerdings auch von Galliumarsenid. Die heute in der Raumfahrttechnik zur Speisung der Bordelektronik von Satelliten eingesetzten Si-Photoelemente zeigen bereits einen Wirkungsgrad von rund 14 %, und einige Laborausführungen erbringen noch bessere Ausbeute.

Wirkungsgrade dieser Größenordnung mögen auf den ersten Blick nicht gerade imponieren. Jedoch spielen sie in Anbetracht der reichlich zur Verfügung stehenden Sonnenstrahlung zunächst nur eine sekundäre Rolle, zumal der nicht umgesetzte Anteil des ohnehin einfallenden Sonnenlichts keine zusätzliche Wärmebelastung der Umgebung zur Folge hat. Im Gegensatz dazu muß man den größten Teil der in einem Wärme- oder Kernkraftwerk primär freigesetzten Energie als durchaus unerwünschte, zusätzliche Abwärme in die Flüsse oder in die Luft leiten. Außerdem verursachen Photoelemente weder Lärm noch Gestank, und sie hinterlassen auch keine hochradioaktiven Abfälle, von denen keiner recht weiß, wie man sie für die erforderliche lange Zeit wirklich sicher lagern soll.

Einer schnellen Verbreitung der an sich sehr wünschenswerten Direktumwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie steht der zur Zeit noch recht hohe Preis der Photoelemente entgegen. Sogenannte „Solarelemente" – also Photoelemente mit den für größere Leistungen erforderlichen Abmessungen – werden derzeit aus hochreinem Silizium-Einkristallmaterial hergestellt. Obgleich hier nicht ganz so hohe Reinheitsforderungen gestellt werden müssen wie für die Herstellung von Transistoren oder integrierten Schaltungen, sind die Produktionskosten dennoch sehr hoch. Für jedes Watt, welches eine Solaranlage liefern soll, sind heute noch etwa 50 DM für die Photoelemente und etwa der gleiche Betrag für ihre Montage und für die zur Aufbereitung des Stromes benötigten Zusatzgeräte aufzuwenden. Das ist ein Vielfaches der für herkömmliche Stromversorgungsanlagen anzusetzenden Kosten.

Von der Elektronikindustrie ist jedoch die Bedeutung der Solartechnik für die Zukunft bereits erkannt worden, und verschiedene Firmen arbeiten mit erheblichem Aufwand an dem Problem, die Herstellungskosten für Solarelemente erheblich zu senken. Entwicklungsziel sind Solarelemente mit einem Wirkungsgrad von mindestens 10 % zu einem Preis von etwa 1,50...2,– DM pro Watt.

Grundlagen der Direktumwandlung

Bild 1 zeigt den Prinzipaufbau eines Silizium-Photoelements. Das durch die dünne, p-leitende Schicht an der Oberfläche eintretende Licht setzt in der Sperrschicht zwischen p- und n-Silizium zusätzliche Ladungsträgerpaare (Elektronen/Loch-Paare) frei, von denen wegen des in einem pn-Übergang auch ohne äußere Spannungsquelle stets vorhandenen elektrischen Feldes die Elektronen in das n-Material, die Löcher dagegen in das p-Material abwandern. Bei Beleuchtung wird deshalb das n-Silizium negativ und das p-Silizium positiv aufgeladen: Zwischen beiden bildet sich also eine Potentialdifferenz – das heißt eine elektrische Spannung – aus. Hat man nun beide Siliziumschichten mit Elektroden verse-

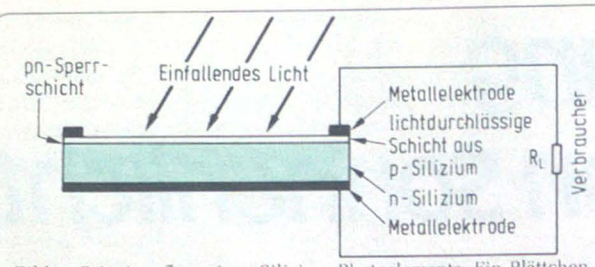


Bild 1. Prinzipaufbau eines Silizium-Photoelements. Ein Plättchen aus n-Silizium trägt an seiner Oberfläche eine hauchdünne, lichtdurchlässige Schicht aus p-Silizium

Bild 2. Leerlaufspannung eines Silizium-Photoelements in Abhängigkeit von der Beleuchtung

Bild 3. Kurzschlußstrom eines Silizium-Photoelements in Abhängigkeit von der Beleuchtung

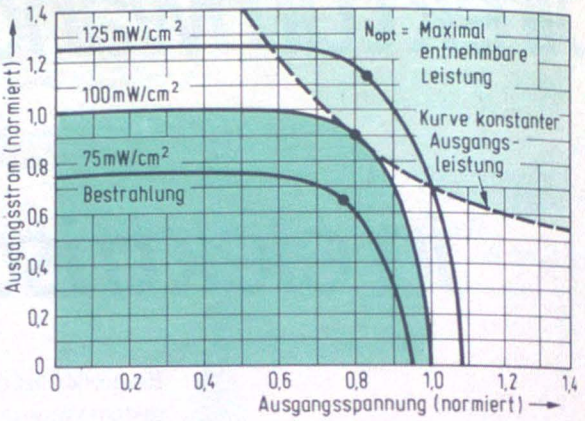


Bild 4. Leistungsanpassung eines Silzium-Photoelements an den Verbraucher; der optimale Lastwiderstand hängt von der Beleuchtung ab

hen, dann kann man einen Lastwiderstand anschließen, und es fließt ein Ausgleichsstrom.

Bild 2 zeigt die Leerlaufspannungs-, *Bild 3* die Kurzschlußstrom-Kennlinie eines solchen Si-Photoelements. Die größtmögliche Leistung – also der Maximalwert des Produktes aus Spannung und Strom – läßt sich bei Anschluß eines bestimmten Lastwiderstandes R_{Lopt} erhalten, wobei diese Leistungsanpassung gemäß *Bild 4* wiederum von der auf das Photoelement auftreffenden Beleuchtung abhängt.

Der Wirkungsgrad eines Photoelements setzt sich multiplikativ aus verschiedenen Faktoren zusammen. Große Bedeutung hat dabei der sogenannte „Quantenwirkungsgrad": Er hängt vom Material ab und gibt das Verhältnis von freigesetzten Ladungsträgern zu auslösenden Lichtquanten an; dieser Quotient ist immer kleiner als 1. Zu beachten ist auch die spektrale Empfindlichkeitsverteilung des Photoelements: Von der angebotenen Strahlung sollen möglichst alle Wellenlängen ausgenutzt werden. Wie in *Bild 5* zu erkennen ist, läßt das Silizium in dieser Beziehung noch einige Wünsche offen, denn sowohl die kurzwelligsten als auch die langwelligsten Anteile der auf die Erdoberfläche treffenden Sonnenstrahlung (unterhalb von etwa 0,4 µm = 400 nm und oberhalb von etwa 1,1 µm = 1100 nm) werden von ihm nicht ausgenutzt.

Die auf ein Photoelement auftreffende Lichtstrahlung muß möglichst ungeschwächt die eigentlich aktive pn-Schicht erreichen. Aus diesem Grunde soll die der Einstrahlung zugewandte p-Schicht möglichst dünn sein, denn sonst geht in ihr ein unnötig großer Strahlungsanteil durch Absorption verloren. Macht man sie andererseits zu dünn, dann steigt der Innenwiderstand des Elements, und die entnehmbare Ausgangsleistung sinkt. Auch die Reflexion auf der Photoelement-Oberfläche ist so gering wie möglich zu halten, denn anderenfalls wird ein beträchtlicher Teil des Lichts zurückgespiegelt, ohne überhaupt erst in das Element eindringen zu können. Antireflexschichten auf der Photoelement-Oberfläche bringen hier Abhilfe. In diesem Zusammenhang ist es auch günstig, die Oberfläche des Photoelements nicht glatt zu polieren, sondern ihr eine gewisse Rauhigkeit zu erteilen: Licht, das an einer geneigten Teilfläche beim ersten Auftreffen reflektiert wird, kann dann *(Bild 6)* an anderer Stelle nochmals auf die Oberfläche treffen und dort wirksam werden.

Die Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme *(Bild 7)* der Oberfläche eines handelsüblichen Solarelements zeigt in 2000facher Vergrößerung die pyramidenförmige Struktur der Kristalle, deren Seitenflächen zur Lichteinfallsrichtung einen Winkel von ungefähr 30° bilden. Beim ersten Auftreffen reflektiertes Licht gelangt deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit nochmals auf die Seitenfläche einer anderen Kristallpyramide. Durch diese Mehrfachreflexion in Verbindung mit einem Antireflexbelag aus Siliziumnitrid geht vom einfallenden Licht nur rund 1 % verloren.

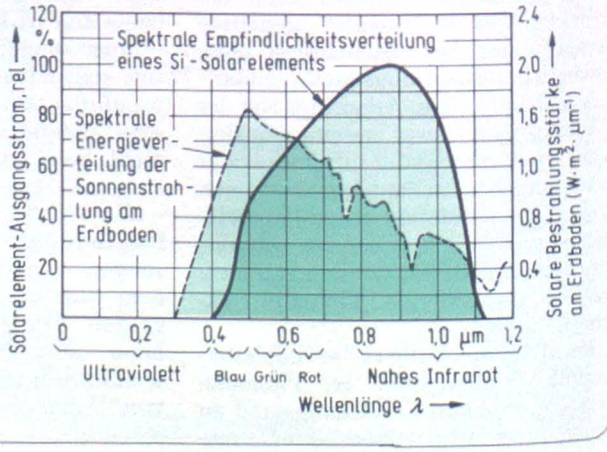


Bild 5. Spektrale Empfindlichkeitsverteilung eines Silizium-Photoelements im Vergleich zur spektralen Energieverteilung des am Erdboden auftretenden Sonnenlichts

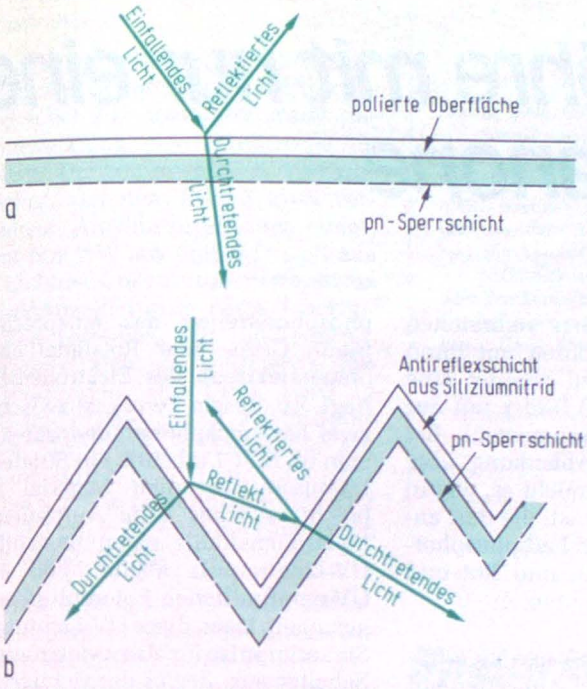


Bild 6. An der polierten Oberfläche eines Photoelements reflektiertes Licht geht ungenutzt verloren (a). Zeigt die Oberfläche dagegen Rauhigkeit in Form pyramidenförmiger Kristalle, dann kann reflektiertes Licht an anderer Stelle noch einmal die Photoelement-Oberfläche erreichen

Entwicklungstrend

Zur Zeit werden die besten Umwandlungs-Wirkungsgrade mit Photoelementen erreicht, die auf herkömmlichem Wege als monokristalline Scheiben mit Durchmessern bis zu 76 mm (3") hergestellt werden *(Bild 8)*. Ihre aufwendige Fertigung bedingt leider einen relativ hohen Preis.

Seit längerem versucht man, anstelle der Einkristalle großflächige, polykristalline Elemente zu verwenden. Ihr Wirkungsgrad konnte in letzter Zeit von anfänglich nur 5 bis 6 % auf rund 10 % und mehr gesteigert werden. Polykristall-Elemente lassen sich im Prinzip wesentlich wirtschaftlicher herstellen als Monokristall-Ausführungen, so daß man von dieser Technik eine wesentliche Verbilligung erwartet.

In diesem Zusammenhang ist beispielsweise das von der deutschen Firma Wacker-Chemie entwickelte, polykristalline Solarzellenmaterial „Silso" zu erwähnen, welches sich zur Zeit schon in Platten von 110 x 110 mm mit einer Schichtdicke von nur 400 µm herstellen läßt und rund 10 % Wirkungsgrad zeigt. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Technologie geförderten Programms soll dieses erfolgversprechende Material gemeinsam mit AEG-Telefunken in den nächsten Jahren weiterentwickelt und der wirtschaftlichen Massenproduktion zugeführt werden.

Auch in den USA wird die Entwicklung von billigen Solarelementen von der Regierung gefördert. So arbeitet beispielsweise die amerikanische Firma Motorola an einem sogenannten „Siliziumband"-Verfahren, bei dem eine 125 µm dicke Polysiliziumschicht auf ein 76 mm breites Trägerband aufgetragen und dann durch Laserbestrahlung in Einkristalle umgeformt wird.

Bis solche neuen Herstellungstechniken voll ausgereift sind, werden wahrscheinlich aber noch einige Jahre vergehen.

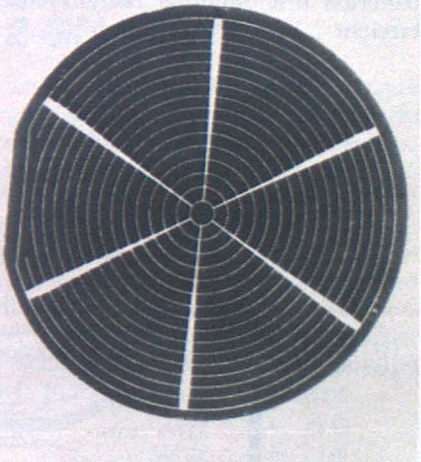


Bild 8. Motorola-Solarelement mit 76 mm Durchmesser. Ein solches Element liefert bei 25 °C Umgebungstemperatur und optimaler Leistungsanpassung in vollem Sonnenlicht etwa 1,3 A Ausgangsstrom bei 0,44 V

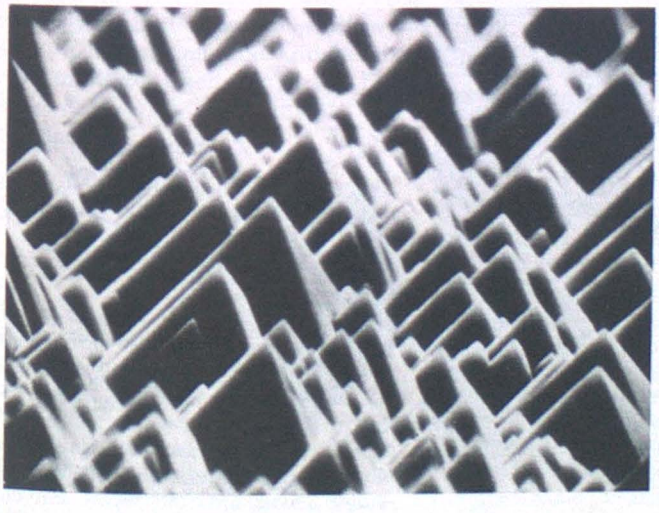


Bild 7. Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der Oberfläche eines Motorola-Solarelements. Die Pyramidenstruktur der Oberflächenkristalle ist deutlich zu erkennen

Solargeneratoren

Selbst für die zur Zeit noch teuren Einkristall-Solarelemente gibt es aber bereits Einsatzfälle, in denen sie mit anderen Stromversorgungstechniken wirtschaftlich konkurrieren können.

Solche Einsatzfälle sind zum Beispiel Radiorelaisstationen, automatisch arbeitende meteorologische, seismologische oder ozeanologische Meßstationen und ähnliche Einrichtungen an Orten, die weit vom öffentlichen Stromnetz entfernt sind.

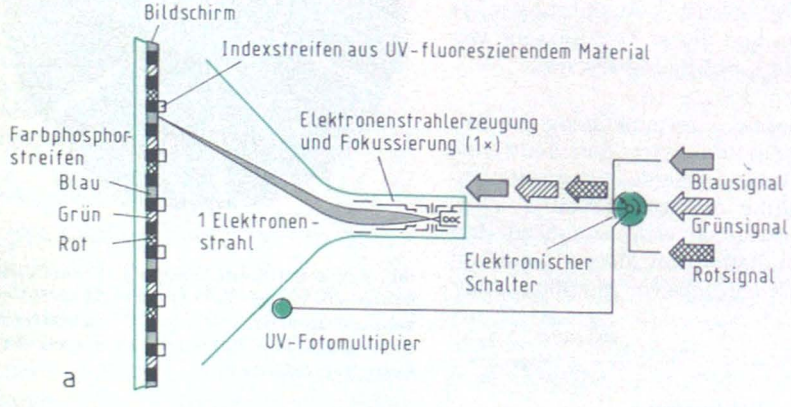
(Schluß folgt)

Farbbildröhre mit nur einer Strahlenkanone

Die verhältnismäßig hohe Stromaufnahme von tragbaren Farbfernsehempfängern mit üblicher Schattenmasken-Bildröhre macht ihren Batteriebetrieb unwirtschaftlich, so daß bisher fast alle diese Geräte ausschließlich für Netzbetrieb gebaut sind. Durch Einsatz einer Einstrahl-Index-Farbbildröhre mit 11,4 cm Schirmdiagonale konnte die japanische Firma Matsushita jetzt einen tragbaren Farbfernsehempfänger entwikkeln, der nur 7 W verbraucht und deshalb beispielsweise mit neun Trockenbatterien drei Stunden Betriebsdauer erreicht.

Im Gegensatz zu den verbreiteten Schattenmasken-Bildröhren mit ihren drei Elektronenstrahlen arbeitet eine Index-Bildröhre gemäß *Bild 1* mit nur einem einzigen Elektronenstrahl. Bei seiner zeilenweisen Ablenkung über den Bildschirm überstreicht er, wie in *Bild 2* veranschaulicht ist, die dort angebrachten senkrechten Farbphosphorstreifen für Blau, Grün und Rot und bringt sie zum Aufleuchten.

Die Ansteuerung muß nun so erfolgen, daß jedesmal beim Auftreffen auf einen blauen, grünen oder roten Farbphosphorstreifen das entsprechende Blau-, Grün- oder Rotsignal an der Steuerelektrode des Elektronenstrahls liegt. Zu diesem Zweck ist zwischen je zwei Farbphosphorstreifenpaaren, wie man im Bild 1 erkennt, ein Streifen aus UV-fluoreszierendem Material angebracht, welches beim Auftreffen des Elektronenstrahls einen unsichtbaren UV-Lichtimpuls abgibt. Von einem UV-empfindlichen Fotomultiplier aufgefangen, lösen diese UV-Lichtimpulse Steuerimpulse für einen elektronischen Schalter aus, der in der richtigen Reihenfolge das Blau-, Grün- und Rotsi-



▼Bild 2. Bei der Index-Farbbildröhre sind die Farbphosphore für Blau, Grün und Rot in senkrechten Streifen auf dem Bildschirm angeordnet. Zusätzliche Indexstreifen aus UV-fluoreszierendem Material liefern beim zeilenweisen Abtasten mit dem Elektronenstrahl UV-Lichtimpulse, die von einem UV-Fotomultiplier aufgefangen und zu Steuerimpulsen für die deckungsgerechte Steuerung des Elektronenstrahl UV-Lichtimpulse, die von einem gnal verarbeitet werden

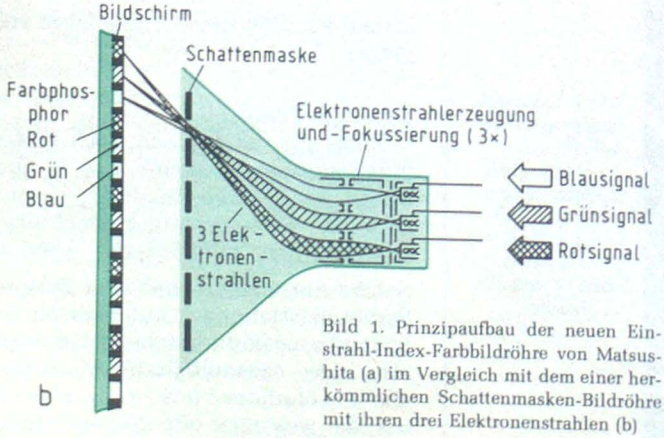
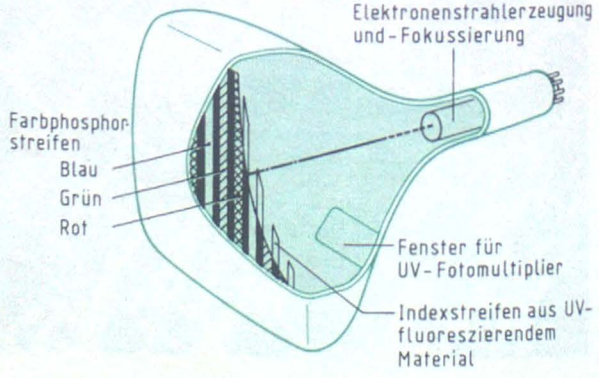


Bild 1. Prinzipaufbau der neuen Einstrahl-Index-Farbbildröhre von Matsushita (a) im Vergleich mit dem einer herkömmlichen Schattenmasken-Bildröhre mit ihren drei Elektronenstrahlen (b)



gnal an die Steuerelektrode des Elektronenstrahls legt[1]).

Gegenüber Schaltungen mit herkömmlichen Schattenmasken-Bildröhren gleicher Abmessungen ergibt die Neuentwicklung eine Stromersparnis von 40%. Der komplette 11,4-cm-Farbfernseher, von dem *Bild* 3 zwei verschiedene Ausführungsformen zeigt, nimmt nur 7 W auf und läßt sich aus dem Lichtnetz, der Autobatterie, sechs NiCd-Akkuzellen oder neun Trockenbatterien betreiben; ein Mn-Trockenbatteriesatz reicht dann für etwa drei Betriebsstunden. Das Gerät wird in NTSC- und in Pal-Version gebaut. Seine beiden Ausführungen haben die Abmessungen (B x H x T) von 13,8 cm x 17,5 cm x 27 cm beziehungsweise 21,2 cm x 13,3 cm x 29,2 cm bei Gewichten von 3,9 bzw. 4,5 kg.

In Bild 3 ist auch die neue Index-Farbbildröhre zu erkennen. Sie zeichnet sich durch besonders scharfe Fokussierung aus – eine Auswirkung des sorgfältig konstruierten und reichlich bemessenen Elektronenstrahl-Erzeugungs- und Fokussierungssystems. Bei dem für die Indexstreifen verwendeten UV-Fluoreszenzmaterial handelt es sich um eine spezielle Neuentwicklung, und auch die Aufbringung erfolgt nach einem neuartigen Verfahren.

Ein für tragbare Empfänger mit häufig wechselndem Aufstellungsort nicht zu unterschätzender Vorteil von Index-Farbbildröhren ist ihre Unempfindlichkeit gegenüber magnetischen Fremdfeldern: Eine magnetisierbare Schattenmaske ist nicht vorhanden, Konvergenzprobleme können vom Prinzip her nicht auftreten, und die Farbreinheit ist durch die Indexsteuerung automatisch gewährleistet.

NTSC- und Pal-Ausführung des neuen Batterie-Farbfernsehers sind bereits fertig entwickelt und können in die Serienfertigung gehen. Mit dem Beginn des Exports wird im Frühjahr 1979 gerechnet. *Si.*

(Nach Unterlagen der Firma Matsushita/Japan)

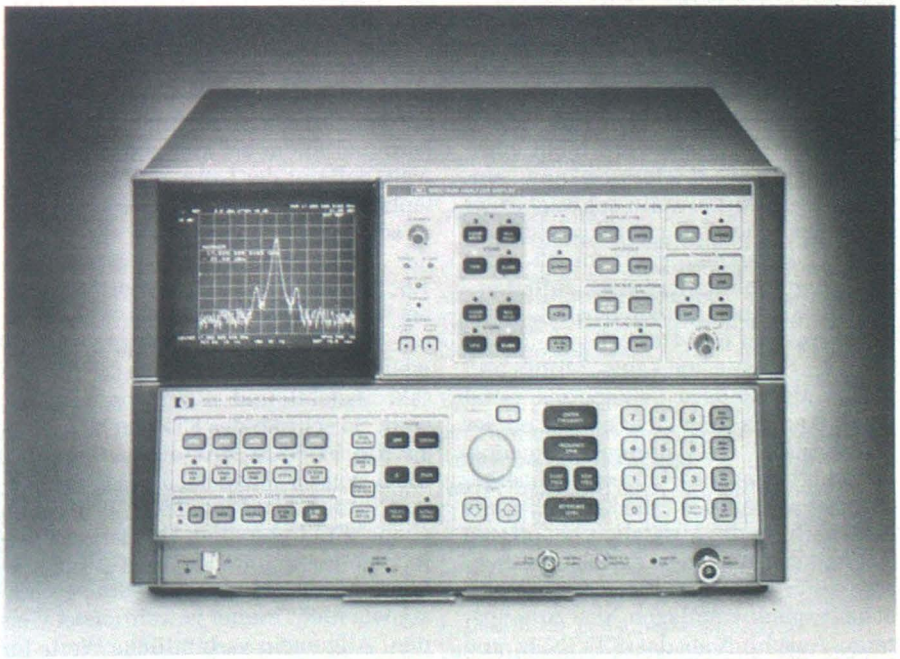
[1]) Bei älteren Vorschlägen für den Aufbau solcher Index-Farbbildröhren war der UV-fluoreszierende Indexstreifen jeweils zwischen zwei kompletten Blau/Grün/Rot-Farbphosphorstreifen-Tripeln angeordnet. Die hier gezeigte Anordnung zwischen je zwei Farbphosphorstreifen-Paaren wurde vermutlich wegen der einfacheren Steuerschaltung gewählt.

Bild 3. Zwei Ausführungsformen des neuen tragbaren Farbfernsehempfängers für NTSC- oder Pal-Norm, der aus dem Lichtnetz, der Autobatterie, NiCd-Akkuzellen oder Trockenbatterien betrieben werden kann. Ganz links ist die neue Index-Farbbildröhre mit 11,4 cm Schirmdurchmesser gezeigt

Spektralanalysator mißt von 100 Hz bis 22 GHz

Der Spektralanalysator 8566 A (*Bild*) von Hewlett-Packard ermöglicht dem Anwender in einem Bereich von 100 Hz bis 22 GHz nah beieinanderliegende Signale über einen großen Amplitudenbereich präziser aufzulösen, als es bisherige Geräte konnten. Der Meßbereich erstreckt sich von –137 dBm bis +30 dBm; die Frequenzgenauigkeit entspricht praktisch dem Fehler der Referenzfrequenz, der bei 10^{-9} pro Tag liegt. Die Bedienung des Gerätes wird durch den Einsatz einer Mikroprozessorsteuerung wesentlich erleichtert, ebenso wird dadurch die Möglichkeit gegeben, die Steuerung automatisch über den HP-Interface-Bus (IEEE-480) vorzunehmen.

Anwendungsgebiete für ein Meßgerät solch hoher Leistung sind z. B. Produktionstests linearer und nichtlinearer Bauelemente, automatische Überwachung des Frequenzspektrums sowie Störstrahlungs-Messungen.



Der Spektralanalysator 8566 A mißt mit 10 Hz Auflösung bis 22 GHz

Kurzwelle bei Gemeinschaftsantennenanlagen?

Immer wieder erreichen uns Leserzuschriften, in denen darüber geklagt wird, daß vorhandene kleine und große Gemeinschaftsantennenanlagen (GMA) den Kurzwellen-, ja sogar den Mittel- und Langwellenbereich mangelhaft übertragen, obwohl das Interesse am weltweiten Kurzwellenempfang ständig größer werde.

Nach Untersuchungen der Höreigenschaften von Tonrundfunkteilnehmern sollen nur etwa 1 % am Kurzwellenempfang überhaupt interessiert sein. Es stellt sich daher zunächst die Frage, ob der dadurch erforderliche Mehraufwand überhaupt gerechtfertigt ist, zumal eine Reihe schwer lösbarer Probleme hinzukommt. Unter den Kurzwellenhörern kann man drei Interessengebiete finden: Erstens die sogenannten „DXer", denen es weniger auf den Inhalt der KW-Sendungen ankommt und die versuchen, hauptsächlich sehr weit entfernte, schwach ankommende und seltene Stationen aufzunehmen bzw. diese zu identifizieren, um eine QSL-Karte zu erhalten; zweitens die an der Weltpolitik interessierten KW-Hörer, die Nachrichten aus allen Ländern der Welt empfangen; drittens die KW-Hörer, die vor allem Musik kräftiger Sender hören wollen.

Grundsätzlich wäre den KW-Hörern – vor allem der ersten Gruppe – eine separate Hochantenne zu empfehlen, die vom Hausbesitzer aber oft nicht genehmigt wird. Bei Benutzung von Behelfsantennen ist aber besonders mit Störungen durch Oberwellen vom Zeilenoszillator bei in Betrieb befindlichen Fernsehempfängern im Raster von 15 525 Hz zu rechnen. Diese Störungen nehmen mit größer werdender Ordnungszahl der Oberwelle nicht etwa gleichmäßig ab, sondern es kann sein, daß sie auf Mittelwelle schwächer zu bemerken sind, dafür aber in bestimmten KW-Bereichen, z. B. im 19- oder 25-m-Band, besonders stark auftreten.

Man kann grundsätzlich in jede GMA für Fernsehen und UKW-Tonrundfunk auch die Signale von Lang-, Mittel- und Kurzwellensendern einspeisen und verstärken. Es fragt sich jedoch, ob der Hausbesitzer, die Wohnungsbaugenossenschaft oder die Hauseigentümergemeinschaft bereit ist, die Kosten für die Anschaffung des zusätzlich benötigten Verstärkers und der KML-Antennenrute auch zu tragen. Bei Großgemeinschaftsantennenanlagen, die zum späteren Anschluß an das KTV-Netz und nur für den Übertragungsbereich von 40 MHz bis 300 MHz ausgelegt sind, ist es von Seiten der DBP noch nicht endgültig geklärt, was alles im Frequenzbereich unter 40 MHz an Frequenzbereichen für die Rückkanäle benötigt wird. Hier scheidet die Einspeisung von LMK-Signalen bis zu Klärung dieser Frage von vornherein aus.

Bei kleinen GMA mit Antennenverstärkern für Fernsehen und UKW findet man häufig eine Umgehungsweiche, die die LMK-Signale von der Antennenrute direkt dem Ausgang des Verstärkers zuführt. Durch die Verluste in der Weiche, im Antennenkabel und im Entkopplungsglied der Antennensteckdose wird das LMK-Signal so stark abgeschwächt, daß jede Behelfsantenne einen besseren KW-Empfang bietet. Bei GMA für ein einzelnes Wohnhaus kann zur Pegelanhebung ein separater LMK-Antennenverstärker verwendet werden, der breitbandig den Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz verstärkt. Obwohl es heute Transistoren mit hohem Aussteuerbereich gibt, können vor allem in den Abendstunden fast mit Ortssenderstärke einfallende Mittel- und auch KW-Stationen Kreuz- bzw. Intermodulationsstörungen verursachen.

Einige Antennenhersteller gehen daher bei ihren neuen Antennenverstärkern (vor allem bei kleineren GMA) so weit, daß nur der Lang- und Mittelwellenbereich verstärkt wird. Auch in den „Technischen Vorschriften für GMA" der DBP wird der KW-Bereich von 1,6...30 MHz generell ausgespart und bei den vorgeschriebenen Abnahmemessungen bewußt ausgeklammert, weil hier die Empfangsverhältnisse sehr instabil und nicht voraussehbar sind. So schrieb das FTZ am 8. 2. 1978 an die FUNKSCHAU-Redaktion über die Besonderheiten bei der Bearbeitung von Rundfunkstörungen in KW-Bereichen: „Ein unter allen Umständen ausreichender Schutz des KW-Empfangs kann wegen der oft sehr kleinen Nutzsignale nicht immer gewährleistet werden. Allgemein verbindliche Werte für die Mindestnutzfeldstärke sind bisher nicht festgelegt worden. Der Funkstörungsmeßdienst legt bei der Bearbeitung von Funkstörungen den bei Lang- und Mittelwelle (siehe auch VDE 0855, VDE 0875) angewandten Mindestfeldstärkepegel von 60 dBμV/m zu Grunde." Nach eigenen Beobachtungen des Autors sind der Hauptgrund für die Störungen des KML-Rundfunkempfanges bei GMA mit KML-Bereich die Einströmung und Abstrahlung unerwünschter Oberwellen der Zeilenoszillatoren der angeschlossenen, in Betrieb befindlichen Fernsehempfänger in das Kabelnetz der GMA. Die Störungen sind je nach Fabrikat des Gerätes mehr oder weniger stark. Auch kommt es, nach Aussagen eines Entwicklungsleiters eines bedeutenden Fernsehgeräteherstellers, stark auf die Erdung der Kabelmäntel der GMA an, so daß u. U. die maximalen zulässigen Störspannungen überschritten werden. Die einzige Abhilfe, die Einstrahlung der Oszillatoroberwellen erheblich zu mindern, ist die Verwendung eines Hf-Trenntransformators (z. B. von Philips, Bestell-Nr. Hf/Tr 7104), der in Form eines Adapters zwischen Antennenanschlußkabel und Antennenbuchse des Fernsehempfängers gesteckt wird. Es müssen dann aber alle an der GMA angeschlossenen TV-Geräte damit ausgerüstet werden, um diese Störungen wirklich zu mindern.

Bei den großen GMA der DBP in Hamburg, Düsseldorf, Berlin und Nürnberg wird der LMK-Bereich, u. a. aus vorgenannten Gründen, nicht übertragen. Dafür werden die Frequenzen von ein oder zwei Mittelwellensendern – meist des Deutschlandfunks – in den UKW-Bereich umgesetzt. Die speziellen KW-Hörer sollten also nach Möglichkeit eine eigene separate Hochantenne verwenden oder notfalls mit Behelfsantennen arbeiten, zumal die bedeutenden KW-Tonrundfunksender in der Welt mit großer Sendeleistung z. B. Deutsche Welle mit insgesamt 15 Millionen Watt, strahlen, so daß sie auch unter ungünstigen Bedingungen noch brauchbar zu hören sind.

Egon Koch

Ing. (grad.) Werner Riechmann

Zeilentransformator für Farbfernsehgeräte

mit integrierter Hochspannungserzeugung

Die Zuverlässigkeit von Zeilentransformatoren läßt sich durch die Integration der bisherigen Kaskadenschaltung und anderer peripherer Bauteile erheblich verbessern. Im folgenden Beitrag wird eine Lösung der Firma Blaupunkt beschrieben, die die gesamte Hochspannungserzeugung einschließlich der Hilfs- und Fokusspannungen in einer kompakten Baueinheit zusammenfaßt. Zuverlässigkeit und Kosten stehen dabei in einem besonders günstigen Verhältnis.

Farbfernsehbildröhren benötigen im allgemeinen eine Hochspannung von 25 kV. Die Technik der Gewinnung dieser Spannung hat vom Beginn des Farbfernsehens bis heute einen langen Weg der Entwicklung und Reife hinter sich.

Durch fortlaufende Anwendung neuer Technologien konnten die Kosten für die Funktion „Hochspannungserzeugung" bis heute um 75 % gesenkt werden (*Bild 1*). Die ersten Farbfernsehgeräte enthielten 1967 eine röhrengesteuerte Zeilenendstufe mit Direktgleichrichtung für die Hochspannung und eine Ballast-Triode. Ab 1969 erfolgte die Hochspannungserzeugung durch eine Cockroft-Walton-Schaltung, inzwischen bekannt als Kaskadenschaltung.

Als optimale Lösung ist die Zusammenfassung von Zeilentransformator, Hochspannungskaskade und Spannungsteiler für die Fokusierspannung anzusehen (*Bild 2*). Folgende Merkmale unterstreichen die Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit dieser Entwicklung:

- Alle hochspannungsführenden Teile sind eingegossen, dadurch besonders feuchte- und spannungssicher,
- weniger Teile,
- der Belastungswiderstand entlädt hochspannungsführende Speicherkapazitäten nach dem Ausschalten.

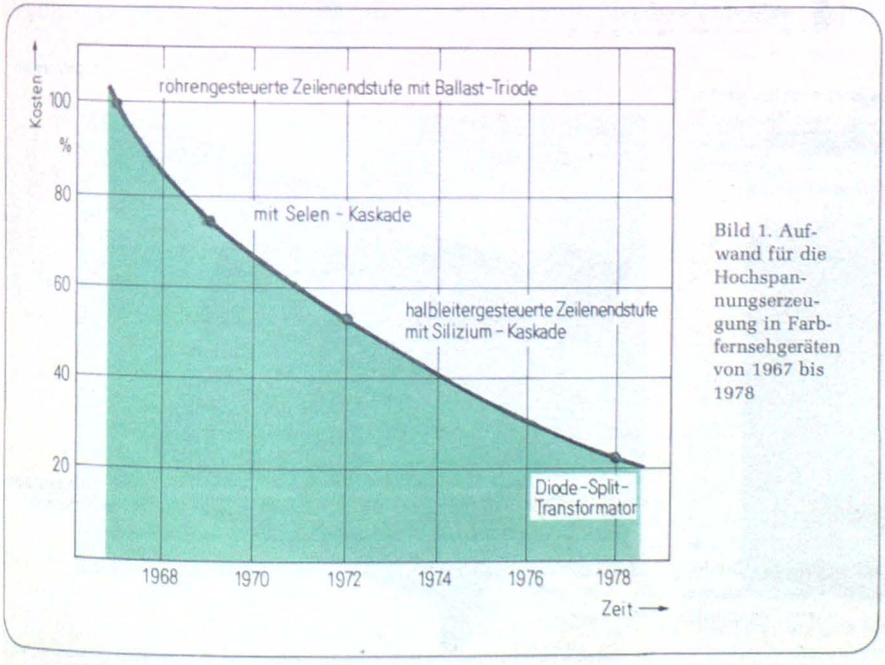


Bild 1. Aufwand für die Hochspannungserzeugung in Farbfernsehgeräten von 1967 bis 1978

Die Schaltungstechnik

Die Hochspannung kann durch eine Direktgleichrichtung der Rücklaufimpulse des Zeilentransformators erzeugt werden. Dazu ist aufgrund des Tastverhältnisses eine Rückschlagspannung von 34 kV_{ss} erforderlich. Diese hohe Spannung führt jedoch bei einer Halbwellenfrequenz von 40 kHz zu erheblichen kapazitiven Belastungsströmen der Isoliermaterialien und der Hochspannungsdiode. Außerdem erlaubt eine Hochspannungsspule mit hoher Windungszahl keine günstige Grund- oder Oberwellenabstimmung.

Wirtschaftlicher und zuverlässiger ist dagegen eine Spannungsverdreifacherschaltung nach dem Prinzip der Kaskade (*Bild 3*). Die Kaskadenschaltung besteht aus mehreren Hochspannungsdioden und spannungsfesten Folienkondensatoren, die zur Erhöhung der Funktionssicherheit in einem Block zusammengefaßt und mit Epoxydharz vergossen sind.

Ein weiterer wesentlicher Schritt ist die Integration von Kaskadenschaltung und Zeilentransformator nach dem Diode-Split-Prinzip. *Bild 4* zeigt diese Schaltungstechnik. Die Hochspannungsspule ist in drei Teilwicklungen W 1, W 2 und W 3 aufgeteilt. Jede dieser Spulen hat eine Streukapazität C 1 und eine Lagenkapazität C 2 zum Umfeld. Über die Gleichrichterdioden D 1, D 2 und D 3 sind die Spulen miteinander verbunden. Die Rückschlagimpulse jeder Wicklung werden gleichgerichtet, wobei Energie in den Streu- und Lagenkapazitäten zwischengespeichert wird. Die Hintereinanderschaltung von drei Gleichspannungsquellen bewirkt eine

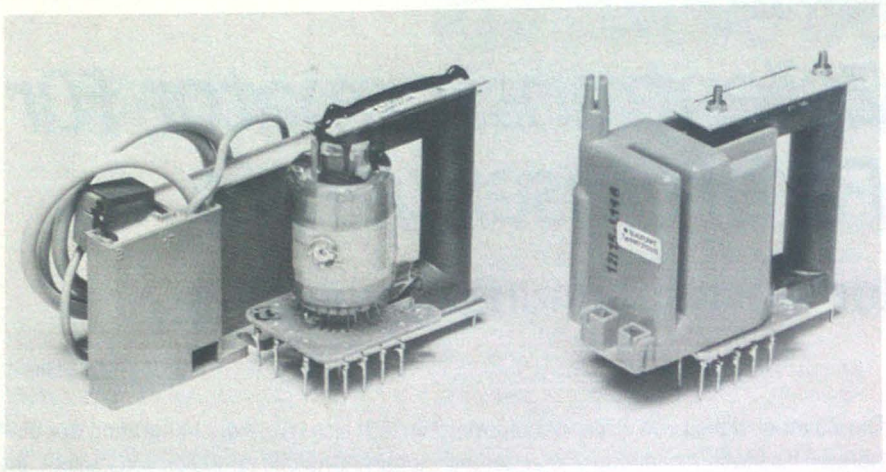


Bild 2. Neuer Zeilentransformator mit integrierter Hochspannungserzeugung (rechts) und zum Vergleich die getrennte Anordnung von Transformator und Kaskade (links)

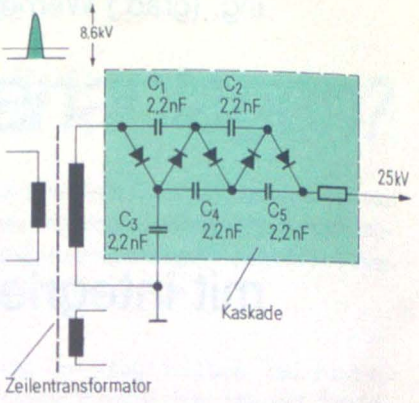


Bild 3. Zeilentransformator mit Kaskade

Addition wie in einer Kaskadenschaltung. Die Wechselspannungsanteile bleiben jedoch klein, so daß Isolations- und Verlustprobleme keine große Bedeutung erlangen. Separate Folienkondensatoren sind nicht mehr erforderlich.

Die Teilwicklungen können als Lagen- oder Kammerspulen aufgebaut werden. Mit Lagenwicklungen ergeben sich gute Kopplungen, jedoch ist im allgemeinen nur eine Grundwellenabstimmung möglich. Kammerspulen mit loserer Kopplung erlauben dagegen vorteilhafte Oberwellenabstimmungen, die in den Gleichrichterdioden zu einem größeren Stromflußwinkel führen. Der Innenwiderstand der Spannungsquelle wird klein, 1 MΩ ist erreichbar.

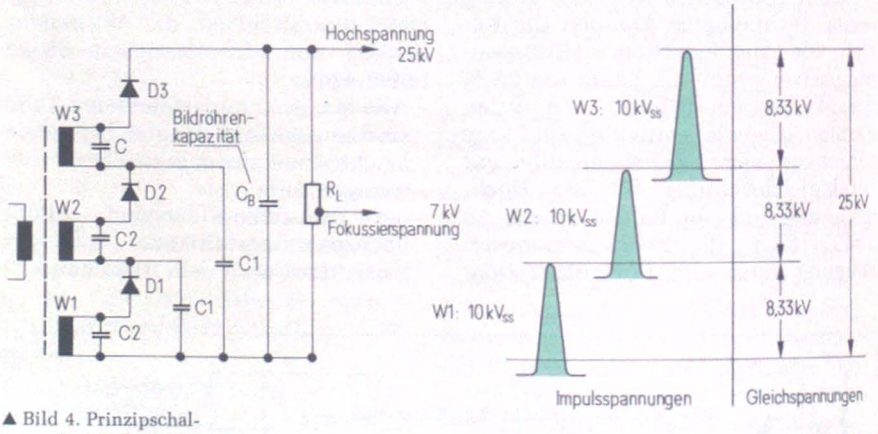
Aufbau des Zeilentransformators

Die gesamte Hoch- und Hilfsspannungserzeugung erfolgt in einer kompakten Baueinheit (*Bild 5*). Die Primärspule ist als Lagen- und die Hochspannungsspule als Kammerwicklung ausgeführt. Durch die Kammertechnik sind erforderliche Isolations- und Sicherheitsabstände konstruktiv vorgegeben.

In einer separaten Kammer ist der Spannungsteiler zur Erzeugung der Fokussierspannung untergebracht. Dieser Teiler garantiert einen absoluten Gleichlauf zwischen Hoch- und Fokusspannung. Er entlädt nach dem Ausschalten des Gerätes die Bildröhrenkapazität, was besonders für den Service von Bedeutung ist.

Die gesamte Baugruppe ist in Epoxydharz eingegosssen; damit wird auch unter extremen Umweltbedingungen eine überdurchschnittliche Zuverlässigkeit erreicht. Ein Maß dafür ist der Coronaeinsatz. Coronaentladungen bewirken Werkstoffzerstörungen, so daß je nach ihrer Intensität früher oder später mit einem Ausfall des Bauteils zu rechnen ist.

Eine besondere Bedeutung erlangt in diesem Zusammenhang die Technolo-



▲ Bild 4. Prinzipschaltung eines Zeilentransformators mit integrierter Spannungsverdreifacherschaltung

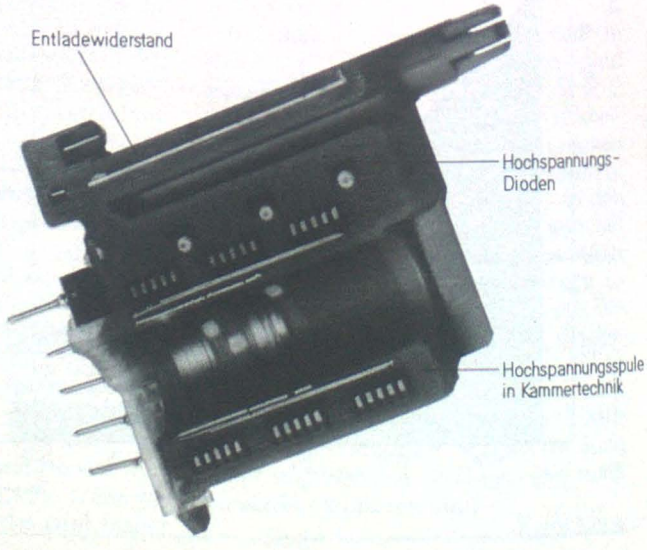


Bild 5. ▶ Schnittbild des Diode-Split-Transformators von Blaupunkt

Ing. (grad.) Werner Riechmann (47) studierte Elektrotechnik an der Ingenieurschule Lage/Lippe. 1960 trat er als Entwicklungsingenieur bei Blaupunkt ein und übernahm 1971 die Leitung der Abteilung Ablenktechnik. Heute ist er Stellvertreter des Entwicklungsleiters der Rundfunk- und Fernsehgeräteentwicklung.

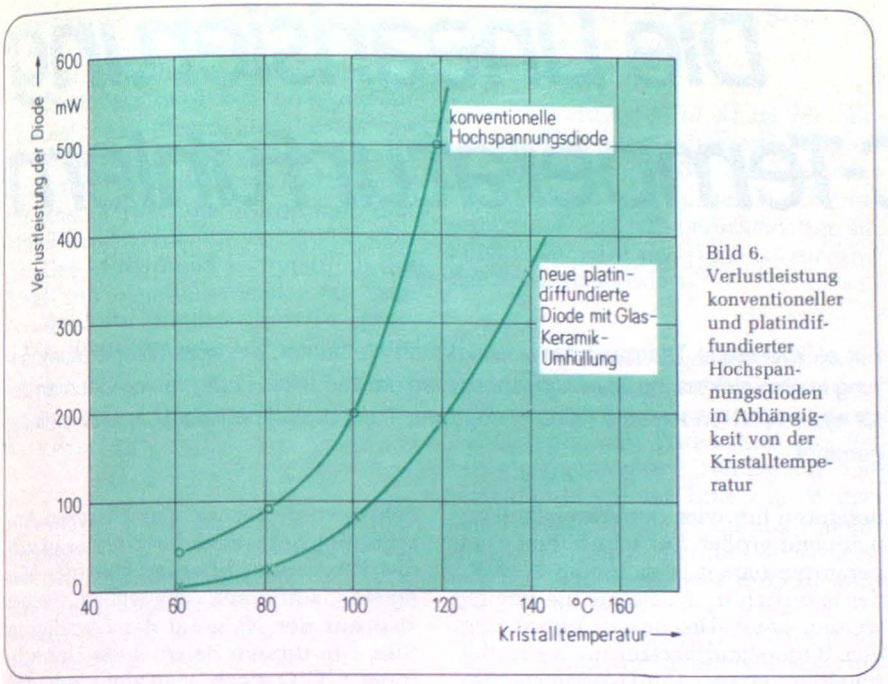


Bild 6. Verlustleistung konventioneller und platindiffundierter Hochspannungsdioden in Abhängigkeit von der Kristalltemperatur

gie der Hochspannungsdioden. Diese Dioden bestehen aus einer Reihenschaltung von kleinen Silizium-Tabletten, die in Kunststoff eingegossen sind. Besonders schwierig ist es, bei den kleinen Abmessungen die Oberfläche des Diodenstapels spannungs- bzw. coronasicher zu machen und die Verlustwärme über die Anschlußenden bzw. die Oberfläche abzuführen. Eine technologische Weiterentwicklung wird hier mit Dioden erzielt, die platindiffundiert und in Glas-Keramik eingehüllt sind. Auf diese Weise konnte die Verlustleistung glasgekapselter Dioden um $^2/_3$ gesenkt werden (*Bild 6*). Noch deutlicher wird der Einfluß der Umhüllung, wenn man zur Dichtigkeitsprüfung den Kochtopftest anwendet. Auch noch nach 15stündiger Prüfung in kochendem Wasser ist keine störende Änderung des Diodensperrverhaltens festzustellen (*Bild 7*).

Die Güte dieser Zeilentransformatoren mit integrierter Hochspannungserzeugung zeigt sich in einem stabilen Coronaeinsatz von $> 40\,kV_s$. Das gilt auch nach einer Erprobungszeit von 2500 Stunden unter Grenzlastbedingungen. So sind nach 500 000 Bauteilebetriebsstunden keine elektrischen Ausfälle der Hochspannungsspule aufgetreten. Für dieses gute Ergebnis ist neben fertigungsbegleitenden Qualitätssicherungsmaßnahmen ganz wesentlich eine leicht reproduzierbare Fertigungstechnik bestimmend.

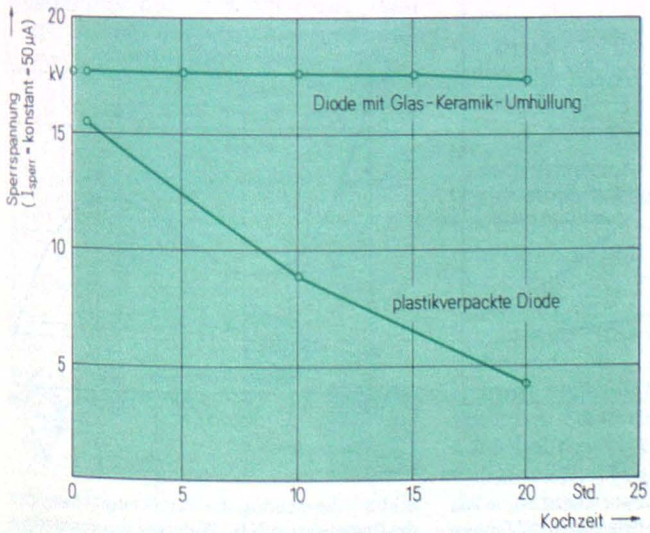


Bild 7. Sperrverhalten von Hochspannungsdioden im kochenden Wasser

Literatur

Riechmann, W.: Hochspannungserzeugung durch Spannungsverdreifachung. FUNKSCHAU 1968, Heft 21, S. 665...666.

Moggré, A.J.: Diodensplit – neuartiger Zeilentransformator für Farbfernsehgeräte. FUNKSCHAU 1976, Heft 24, S. 1051...1054.

Fernseh-Stereo-Kassettengerät

Alles in einem bietet Sanyo mit seinem Gerät MT 4240 U. Es enthält einen Fernsehempfänger mit 10-cm-Bildröhre, einen MW/UKW-Stereo-Empfänger und einen Stereo-Kassettenrecorder. Die Nf-Ausgangsleistung beträgt 2 x 3,5 W, als Lautsprecher dienen zwei Zwei-Wege-Boxen, die in das Gehäuse integriert sind. Da alle Ein- und Ausgänge der einzelnen Komponenten herausgeführt sind, läßt sich das Kompaktgerät auch mit anderen Hi-Fi-Komponenten verbinden.

Außer der Bildröhre enthält die Kombination 8 ICs, 47 Transistoren und 66 Dioden. Zu dem immerhin 7,5 kg schweren Gerät werden als Zubehör eine Demonstrationskassette, 1 Set Wattestäbchen zu Tonkopfreinigung, ein Gleichstromkabel für die externe Versorgung z. B. aus einer Bootsbatterie, eine Fernsehschirmblende und zwei Batteriehülsen geliefert.

Wer 7,5 kg mit sich herumtragen will, findet hier sicher eines der universellsten Geräte für unterwegs

Die Linearisierung von NTC-Temperaturfühlern

Für elektronische Thermometer benötigt man Meßfühler, die eine Temperaturänderung in eine elektrische Spannungsänderung umwandeln. Häufig verwendet man dafür einen NTC-Widerstand (NTC = negativer Temperaturkoeffizient), auch Heißleiter genannt.

Gegenüber anderen Meßfühlern hat der NTC-Widerstand die Vorteile einer großen Widerstandsänderung pro Temperaturänderung, guter Langzeitstabilität und einer großen Auswahl von handelsüblichen Widerstandswerten. Leider ändert sich jedoch der Widerstand nicht linear mit der Temperatur. Über einen begrenzten Temperaturbereich stellt die Linearisierung durch Zuschalten eines Parallelwiderstandes eine bekannte Abhilfe dar. Der Kniff dabei ist die richtige Wahl dieses Widerstandes.

Die Temperatur wird zweckmäßig von der üblichen Celsius-Temperatur t in die thermodynamische Temperatur T (in Kelvin) umgerechnet:

$$T = t + 273{,}15\ \text{K}. \qquad (1)$$

Der Widerstandswert des NTC-Widerstandes ist dann

$$R = R_\infty \cdot e^{B/T}$$

wobei R_∞ (in Ohm) und B (in K) Materialkonstanten sind, die man in den Datenblättern findet. Statt R_∞ ist oft der Widerstand R_{To} bei einer Bezugstemperatur To angegeben, dann kann man R berechnen aus:

$$R_\infty = R_{To} \cdot e^{(-B/To)}. \qquad (3)$$

Die Hersteller bieten NTC-Widerstände mit R_{To} (bei Zimmertemperatur) von 10 Ω bis 500 kΩ an, z. B. Siemens Typ K11. Die Größe B liegt zwischen 2500 und 4500 K, kann aber nicht frei gewählt werden, sondern ist fest mit R_{To} verknüpft.

In *Bild 1* ist mit der oberen Kurve der nach Gleichung (2) berechnete Verlauf eines unkompensierten NTC-Widerstandes dargestellt. Zu niedrigen Temperaturen hin wird der Widerstand zunehmend größer, bei sehr hohen Temperaturen nähert er sich dem Wert R_∞, der natürlich in der Praxis nie erreicht werden kann. Die untere Kurve zeigt den Widerstandsverlauf nach Parallelschalten eines 130-Ω-Widerstandes. Der Widerstand der Kombination ändert sich in gewünschter Weise linear mit der Temperatur. Die Kurven zeigen aber auch den Preis, der, wie immer in der Physik, für eine Verbesserung zu zahlen ist: Die linearisierte Kurve verläuft flacher, man erhält also eine geringere Widerstandsänderung pro Temperaturänderung.

Wir wollen uns die linearisierte Kurve etwas genauer ansehen. Dazu ist in *Bild 2* die Differenz zwischen der Widerstandskurve und einer idealen Geraden in Vergrößerung dargestellt. Man kann sich das so vorstellen, als ob die Gerade in Bild 1 um die Waagrechte gedreht und die y-Achse 100fach gedehnt worden wäre. Zur besseren Anschaulichkeit ist auf der y-Achse gleich die Temperaturdifferenz statt der Widerstandsdifferenz angegeben, wobei sich aus der Neigung der Geraden in Bild 1 in diesem Beispiel die Umrechnung 1 °C/Ω ergab. Man sieht nun, daß der Verlauf genau genommen nicht linear ist, sondern die Kurve sich um eine Gerade „herumschlängelt" und diese dreimal schneidet. Man kann Fehlergrenzen einzeichnen – hier begrenzt durch die waagrechten Linien +0,5 °C und –0,5 °C – innerhalb deren sich die Kurve bewegt. Jenseits von $T_u = -5$ °C und $T_o = +47$ °C verläßt die Kurve diese Grenzen, d. h. dort hat das Thermometer eine größere Ungenauigkeit als ±0,5 °C. Natürlich kann man die Ansprüche an die Genauigkeit auch höher schrauben, z. B. auf ±0,1 °C. Dann muß man die Gerade um den mittleren Schnittpunkt weiter an die Kurve herandrehen; als Preis zahlt man, daß diese Fehlergrenze nur über einen geringeren Temperaturbereich gehalten wird.

Nun zum eigentlichen „Kniff". Er liegt darin, den mittleren Schnittpunkt

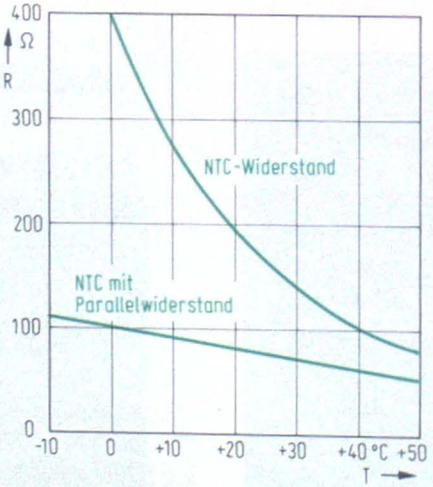


Bild 1. Temperaturabhängigkeit eines NTC-Widerstandes (obere Kurve) und einer Kombination aus NTC-Widerstand und Parallelwiderstand (untere Kurve)

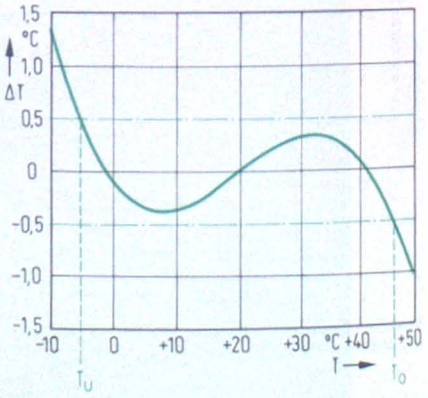


Bild 2. Abweichung der Temperaturabhängigkeit des linearisierten NTC-Widerstandes von einer Geraden

zwischen der Kurve in Bild 2 und der Linie $\Delta T = 0$ genau in die Mitte des gewünschten Temperaturbereiches des Thermometers zu rücken. Im gezeigten Beispiel liegt dieser Mittelpunkt bei 20°C, geeignet etwa für ein Zimmerthermometer. Bei einem Thermometer für eine Gefriertruhe würde man den Mittelpunkt vielleicht zu −10°C wählen. Den Mittelpunkt legt man mit der Wahl des Parallelwiderstandes fest. Soll der Mittelpunkt bei der Temperatur T_m liegen, so ist ein Parallelwiderstand

$$R_p = R_{Tm} \cdot \frac{B - 2 \cdot T_m}{B + 2 \cdot T_m} \qquad (4)$$

zu wählen. Dabei ist R_{Tm} der Widerstandswert des NTC-Widerstandes bei der Mittelpunktstemperatur T_m, den man mit den Gleichungen (1) und (2) berechnet. Man kann den Widerstand R_{Tm} natürlich auch direkt mit dem Ohmmeter messen, wenn man den NTC-Widerstand auf die Temperatur T_m bringt. Wir sehen übrigens, daß man in der Wahl des Wertes R_∞ bzw. des Bezugswiderstandes R_{To} (Gleichung (3)) völlig freie Hand hat. Zweckmäßig wählt man einen Wert von einigen hundert Ohm.

Die Kombination aus NTC-Widerstand und optimalem Parallelwiderstand wird nun in eine Schaltung eingebracht, die folgende Aufgaben erfüllen soll:

a. Umkehrung des Richtungssinnes, also steigende Spannung bei steigender Temperatur
b. Umwandlung des Widerstandswertes in eine proportionale Spannung
c. Abgleich auf eine gewünschte Empfindlichkeit, z. B. 10 mV/°C
d. Kompensation der Spannung bei 0°C, so daß die Ausgangsspannung dort zu Null wird.

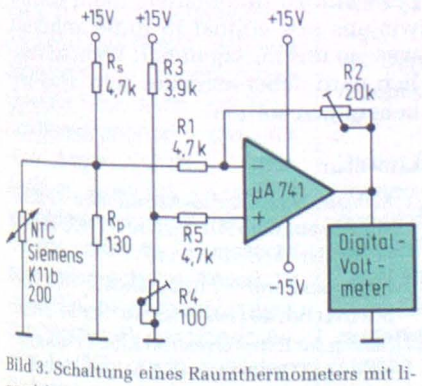


Bild 3. Schaltung eines Raumthermometers mit linearisiertem NTC-Widerstand

Diese Aufgaben bewältigt am besten ein Operationsverstärker.

Die Schaltung (*Bild 3*) ist für den Anwendungsfall „Zimmerthermometer" dimensioniert. Bei der Wahl der Widerstandswerte wurden die Normreihen E12 und E24 berücksichtigt. Im Folgenden wird die Dimensionierung der Schaltung erklärt.

Der NTC-Widerstand liegt am invertierenden Eingang des Operationsverstärkers, so daß die Ausgangsspannung gegensinnig zum Widerstand und damit gleichsinnig zur Temperatur verläuft (Forderung a.). Eine zum Widerstand proportionale Spannung (Forderung b.) fällt am Spannungsteiler aus R_s und NTC $\| R_p$ ab. R_s ist so groß zu wählyn, daß der Strom praktisch konstant, also unabhängig vom NTC-Widerstand ist. Der Strom muß außerdem so gering sein, daß sich der NTC-Widerstand nicht merklich erwärmt. Für $R_s \approx 50 \cdot R_p$ ergibt sich z. B. $R_s = 4{,}7$ kΩ und mit der unteren Kurve des Bildes 2 (1 Ω/°C) eine Spannung von 3 mV/°C. Der Spannungsteiler aus R1 und R2 bestimmt die Verstärkung, dabei ist R1 so groß zu wählen, daß diese nicht mehr von dem sich ändernden NTC-Widerstand beeinflußt wird. In unserem Beispiel würde man R1 = 4,7 kΩ und R2 = 20 kΩ wählen, um 10 mV/°C für das Digitalvoltmeter am Ausgang zu erhalten; damit ist auch die Forderung c. erfüllt. Der Spannungsteiler aus R3 = 3,9 kΩ und R4 = 100 Ω schließlich dient dazu, die Ausgangsspannung bei 0°C auf Null abzugleichen (Forderung d.). R5 = 4,7 kΩ symmetriert die Eingangsströme des Operationsverstärkers. Für die Festwiderstände sollten aus Gründen der Stabilität Metallschichtwiderstände und für R2 und R4 Spindeldrehwiderstände verwendet werden; R_p sollte ein Widerstand mit geringer Toleranz sein.

Zum Abgleich bringt man den Meßfühler zunächst auf eine tiefe Temperatur, z. B. in Eiswasser (ständig gut umrühren!) und notiert sich die Ablesung des Digitalvoltmeters. Dann wird der Fühler auf eine höhere Temperatur gebracht und R2 so eingestellt, daß am Voltmeter die Temperaturdifferenz richtig angezeigt wird. Schließlich wird mit R4 der richtige Absolutwert eingestellt. Wer ganz genau vorgehen will, muß als Abgleichpunkte zwei der drei Schnittpunkte zwischen Kurve und Mittellinie in Bild 2 wählen. Allerdings muß man dann erst mittels Gleichung (2) den Widerstand der Parallelschaltung von NTC-Widerstand und R_p ausrechnen, zeichnen und eine Gerade hindurchlegen. Selbst mit einem Taschenrechner ist das eine etwas mühsame Arbeit.

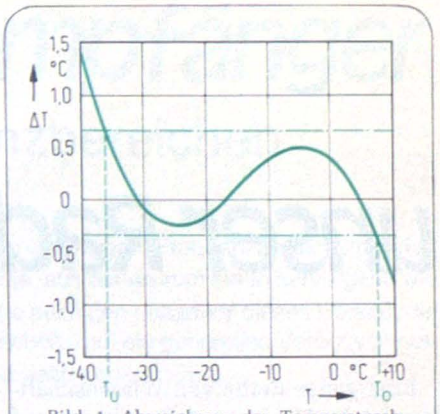


Bild 4. Abweichung der Temperaturabhängigkeit des linearisierten NTC-Widerstandes von einer Geraden im negativen Temperaturbereich

Zum Schluß noch ein Tip für denjenigen, der einen NTC-Widerstand aus seiner Bastelkiste nimmt und dessen Materialkonstanten R und B nicht kennt. Man mißt einfach den Widerstand bei zwei verschiedenen Temperaturen, z. B. einmal in Eiswasser R_o und einmal in kochendem Wasser R_{100}. Dann folgt aus Gleichung (2), wobei die Temperatur des kochenden Wassers näherungsweise zu 100°C angenommen wird:

$$B = 1020 \ln \frac{R_0}{R_{100}} \text{ K} \qquad (5)$$

$$R_\infty = R_o \cdot e^{-B/273{,}15}. \qquad (6)$$

Sollte der begrenzte Bereich, in dem sich ein Temperaturfühler linearisieren läßt, nicht ausreichen, so muß man sich verschiedene Fühlerkombinationen für mehrere Temperaturbereiche abgleichen. Diese werden steckbar gemacht, oder es wird zwischen ihnen umgeschaltet.

In *Bild 4* ist der gleiche NTC-Widerstand bei einer Temperatur von −15°C mit einem Parallelwiderstand von 560 Ω linearisiert worden. Beim Vergleich mit Bild 2 ist zu erkennen, daß der Temperaturbereich, innerhalb dessen der Fehler ±0,5°C nicht überschreitet, kleiner als bei positiven Temperaturen ist, nämlich von −36°C bis +7°C. Dies beruht auf der größeren Krümmung der Kennlinie des NTC-Widerstandes (Bild 1 oben) bei tiefen Temperaturen.

Können „ETIs" unser Radar abhören?

Eine ganze Reihe von Wissenschaftlern ist der Meinung, daß nicht nur auf unserer Erde, sondern auch auf zahlreichen Planeten unseres und benachbarter Milchstraßensysteme hochtechnisiertes Leben existiert, und daß mit solchen extraterrestrischen Zivilisationen Funkverkehr möglich sei. Über die zur Zeit in dieser Richtung laufenden Versuche berichtete die FUNKSCHAU bereits mehrfach ausführlich [1, 2].

Eine Gruppe amerikanischer Wissenschaftler an der Washington-Universität in Seattle unter der Leitung von Dr. W. Sullivan weist darauf hin, daß die starken, von Großanlagen der USA und der UdSSR ausgesandten Radarsignale weit in den erdfernen Weltraum eindringen können. Setzt man nun voraus, daß eine ETI (Extraterrestrial Intelligence = außerirdische intelligente Zivilisation) unseren derzeitigen technischen Stand erreicht hat und beispielsweise über ein dem zur Zeit in den USA geplanten Antennensystem CYCLOPS [1] ähnliches Empfangssystem verfügt, dann kann sie diese von der Erde kommenden Signale aus einer Entfernung bis zu rund 250 Lichtjahren empfangen. Das entspricht etwa 2 365 000 000 000 000 Kilometern!

In Anbetracht der erst rund 50 Jahre Erfahrung, die wir Erdbewohner mit der Hf-Technik sammeln konnten, und der möglichen Zeit, während welcher ETIs vielleicht ihre Technik entwickelten, muß man aber annehmen, daß ein Teil dieser außerterrestrischen Zivilisationen uns technisch bereits weit überlegen ist. Solche Beobachter könnten unsere Radars dann wahrscheinlich über noch weit größere Entfernung abhören.

Herkömmliche Großradars ändern aus taktischen Gründen sehr häufig ihre Frequenzen. Unter Berücksichtigung der für die Überbrückung derartiger Entfernungen benötigten sehr geringen Empfänger-Bandbreiten wird eine extraterrestrische Abhörstelle einen etwa aufgenommenen Kontakt im allgemeinen schnell wieder verlieren und einige Zeit brauchen, ihn auf der neuen Frequenz wieder aufzunehmen. Für eine Kontaktaufnahme mit ETIs sind deshalb diese Anlagen wenig geeignet.

Weit günstiger wäre ein starker Sender, der ständig auf der gleichen Frequenz arbeitet. Ein einziger UHF-Sender mit 5 MW Ausgangsleistung beispielsweise wäre mit einer Antenne vom CYCLOPS-Typ über etwa 25 Lichtjahre Entfernung (rund $2{,}365 \cdot 10^{14}$ km) zu empfangen – und in dieser Entfernung vermutet man immerhin 300 Sternsysteme, auf denen eine ETI existieren könnte. Dr. Sullivan und seine Mitarbeiter vertreten deshalb die Auffassung, daß ein frequenzmäßig periodisches Absuchen des infragekommenden Frequenzbereichs mit einer Bandbreite von 0,1 Hz durchaus erfolgversprechend sein könnte.

Die Tatsache, daß keiner der in den letzten Jahren angestellten Horchversuche und auch der 1974 von der Arecibo-Anlage in Puerto Rico ausgestrahlte „Gezielte Anruf" bisher keinen Erfolg hatte, darf nicht entmutigen: Die zu überbrückenden Entfernungen sind eben „astronomisch groß", und entsprechend lang die Laufzeiten der elektromagnetischen Signale: Eine Antwort kann Jahrzehnte oder – wenn unsere Annahmen nicht stimmen – sogar Jahrhunderte auf sich warten lassen.

Sollte ein solcher extraterrestrischer Funkkontakt aber einmal zustande kommen, dann sind seine Folgen kaum abzuschätzen. Abgesehen von Daten über den erdfernen Weltraum, die unserer Astrophysik weiterhelfen könnten, könnte uns eine wissensmäßig weit überlegene Gegenstelle vielleicht mit Informationen versorgen, die unsere Kenntnisse geradezu explosionsartig erweitern. Auch besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß es im fernen Weltraum bereits eine Art „Extraterrestrischen Radio-Club" gibt, dessen technisch hochentwickelte Mitglieder bereits seit längerer Zeit über riesige Entfernungen miteinander korrespondieren und ihr Wissen austauschen. Mit unseren erst seit einigen Jahrzehnten entwickelten technischen Möglichkeiten stehen wir derzeit sozusagen noch „vor der Tür" dieses Exklusiv-Vereins und wissen noch nicht genau, wie wir zu einer Mitgliedskarte kommen können.

Und was soll geschehen, wenn eines Tages wirklich ein solcher Funkkontakt zustande kommt? Hält unsere Gesellschaft eine solche „Wissens-Explosion" überhaupt aus, oder wäre es beser, das neue Wissen erst einmal geheimzuhalten? Sicher wird manche Regierung mit strengster Geheimhaltung liebäugeln, denn ein solches, nur ihr zugängliches „Superwissen" verschaffte ihr erhebliche Überlegenheit. Andererseits aber könnte ein allgemein zugängliches Wissen um extraterrestrische, intelligente Zivilisationen vielleicht manche menschliche Überheblichkeit merklich dämpfen und einen erheblichen Beitrag zum Aneinanderrücken der Völker unserer Erde leisten – und sei es nur durch die Angst vor dem unbekannten Neuen.

Haben wir von einer „ETI" wirklich Böses zu erwarten? Wenn ihr Entwicklungsstand nicht wesentlich höher ist als der unsere, dann können uns die riesigen Entfernungen trösten, welche uns von ihr trennen. Eine uns weit überlegene ETI aber hätte wahrscheinlich schon längst die Gelegenheit gehabt, uns Böses zu tun. Wenn die andere Seite also den Wunsch hat, sich mit uns per Funk zu unterhalten, dann sollten wir uns erst einmal in Ruhe anhören, was sie uns zu sagen hat. Wahrscheinlich wird dabei manches sein, was wir beherzigen sollten. Si

Literatur

[1] *Klinger, H.H.:* Radio-Astronomie - Funksignale aus dem All. FUNKSCHAU Bd. 49 (1977) Nr. 3, S. 106...110.

[2] Interplanetarer Funkverkehr. FUNKSCHAU Bd. 49 (1977) Nr. 18, S. 857...859.

[3] Search for Extraterrestrial Life. Pressemitteilung ITU/78-14 vom 2.5.1978, International Telecommunication Union, Genf.

Nochmals:

Tonrundfunkempfänger

mit unzulässigen Frequenzbereichen

Auf Egon Kochs Artikel „Tonrundfunkempfänger mit unzulässigen Frequenzbereichen" (Heft 2/1979, Seite 97) hin, erreichten uns zahlreiche Leserbriefe, aus denen zum einen hervorgeht, wie verworren die rechtliche Situation hier tatsächlich ist (siehe auch den Leitartikel dieses Heftes), die aber – wie der Brief von Rainer Lichte – auch deutlich machen, daß ein generelles Verbot von solchen unzulässigen Geräten natürlich vor dem Selbstbau haltmachen müßte.

Der Artikel bedrückt mich; genau gesagt, mir wurde richtig schlecht, da ich nun jederzeit mit Anklage, Verhaftung und Gefängnis rechnen muß. Zwar besitze ich keine Anlage, die die zulässigen Frequenzbereiche überschreitet, aufgrund meiner Ausbildung bin ich jedoch in der Lage, mit absolut handelsüblichen Materialien in wenigen Stunden ein solches Gerät zu bauen. Schlimmer noch: Es gibt schätzungsweise 150 000 andere Techniker in Deutschland, denen der Selbstbau eines solchen Gerätes kaum Schwierigkeiten machen dürfte.

Was nun, Herr Staatsanwalt?

Rainer Lichte, Wilhelmshaven

□

Egon Koch hat es sich meines Erachtens etwas zu einfach gemacht, da er einen sehr wichtigen Aspekt unserer demokratischen Verfassung unbeachtet ließ. Gemäß Artikel 5 (1) des Grundgesetzes hat *jeder* das Recht, sich aus allgemein zugänglichen Quellen (also auch von Tonrundfunkstationen, die für eine Allgemeinheit – wenn auch im Ausland – senden) ungehindert zu unterrichten. Dieses verbriefte Grundrecht darf entsprechend Artikel 19 (2) GG nicht ausgehöhlt werden. Wird z. B. der zitierte Artikel 5 (GG) durch irgendein Gesetz angetastet – beispielsweise durch das Fernmeldeanlagengesetz (FAG) –, besteht die sog. Rezitationspflicht gemäß Artikel 19 (1) (GG), d. h. ein ein Grundrecht einschränkendes Gesetz muß auf die Einschränkung des Grundrechts unter Nennung des entsprechenden Artikels des GG hinweisen. Diese Nennung fehlt jedoch im FAG! Das aber bedeutet, daß das FAG nicht Artikel 5 GG beeinträchtigen darf.

In diesem Zusammenhang muß zwangsläufig darauf hingewiesen werden, daß z. B. der Empfang von Rundfunksendungen aus Ungarn, Polen, der CSSR und Rumänien, dem Vernehmen nach bei Überreichweiten im Sommer und bei hohen Sonnenaktivitäten im Bereich von 65,9 bis 73,01 MHz relativ oft möglich, in der Bundesrepublik Deutschland wegen des juristisch sehr zweifelhaften § 15 des FAG nicht gestattet ist; ähnlich war, praktisch gesehen, die Rechtslage vor einigen Jahren bei Empfang von Sendern aus der Bundesrepublik Deutschland in der DDR!

Dieser Sachverhalt ist insbesondere deshalb besonders hervorzuheben, da die o. g. Staaten im erwähnten UKW-Bereich in der Regel keine Sendungen abstrahlen, die lediglich eine propagandistische Auslandsarbeit wie auf den ohnehin weitreichenden Mittel- und Kurzwellen darstellen. Eine den Realitäten entsprechende Information des Bundesbürgers soll hier also möglicherweise mit Hilfe des § 15 FAG verhindert werden.

Weiterhin wird in der Bundesrepublik Deutschland wahrscheinlich bewußt verhindert, daß – bedingt durch verschiedene Fernsehnormen – der Fernsehton von bei entsprechenden Ausbreitungsbedingungen einfallenden FS-Stationen des Auslands im (insbesondere) VHF-Bereich I, der zur Information erforderlich ist, empfangen wird (legale Tonrundfunkempfänger dürfen diese Frequenzen nicht empfangen können). Eine nachträgliche Umrüstung üblicher FS-Empfänger auf die anderen Normen führt bekanntlich zum Erlöschen der FTZ-Nr. des FS-Gerätes!

Besonders deutlich wird die Einschränkung der nach Artikel 5 GG gewährleisteten Informationsfreiheit in dem im Artikel genannten Fall, der den Leidensweg des erblindeten Ehepaars darstellt. Offensichtlich sind die zuständigen Staatsanwälte – möglicherweise aufgrund mangelnder Ausbildung – überfordert, den Inhalt des GG geistig zu erfassen.

Das Verbot, z. B. Polizeifunk oder den öbL (Autotelefon) abzuhören, ist plausibel und soll nicht in Frage gestellt werden. Wollte man seitens der DBP jedoch ernsthaft dieses Abhören – insbesondere für Straftäter – unterbinden, so wäre dieses mit Hilfe von inzwischen relativ preiswerten Sprachverschlüsslern möglich. Das Abhören von entsprechenden Wellenbereichen zu verbieten, ist unverständlich, da sich erfahrungsgemäß Straftäter, die das Abhören von nicht für die Allgemeinheit bestimmten Funkdiensten für ihre kriminellen Zwecke betreiben, ihre technische Ausrüstung so beschaffen, daß diese Wege nicht von der Staatsanwaltschaft erforscht werden können.

Weiterhin dürften die Leser Ihrer Zeitschrift daran interessiert sein, auf welche Weise Bundesnachrichtendienst und Verfassungsschutz die Genehmigungen für die von ihnen unbestritten eingesetzten sog. „Wanzen" erhalten haben (natürlich gemäß § 15 FAG) bzw. weshalb sie bei unbefugtem Betrieb bislang unbestraft blieben.

Siegfried Greger, Hannover

□

Herrn Koch sage ich Dank für den Artikel, möchte ihm aber noch in seine Demokratie-Schublade einwerfen, daß die Deutsche Bundespost wohl kaum das Recht hat, irgend etwas zu verbieten, sondern daß die Rechtsunsicherheit

wohl nur durch das Parlament beseitigt werden darf und kann. Die Post sollte also endlich neben der notwendigen Informationsarbeit Gesetzesvorlagen einbringen lassen, damit der Handel mit unzulässigen Geräten von vornherein verboten werden kann. Solange es kein solches Gesetz gibt, sind die Beschlagnahmen von Kundenkarteien oder gar der Ware ungesetzlich, und jeder couragierte Bürger muß sich gegen diese Übergriffe wehren.

Klaus Bünting, Sande

□

Vielleicht ergeht es Herrn Koch wie mir, daß er sich auf dem uns an sich fremden Fachgebiet der Rechtswissenschaften noch einen unverfälschten Kinderglauben behalten hat. Das führt natürlich zum völligen Verkennen von Rechtslagen.

Wie schön, daß der Staatsanwalt seinen Bußgeldbescheid nur als gewöhnlichen Brief versandt hatte: Nach dem Verwaltungs-Zustellungsgesetz gilt dieser als nach drei Tagen dem Empfänger bekannt, *wenn er angekommen ist!* Dieser feinsinnige Vorbehalt hätte bei einer Zustellung nicht gegolten. Der zugestellte Bescheid wäre niedergelegt worden, und der Empfänger wäre rechtlich so gestellt, als ob er ihn persönlich empfangen hätte! Dabei ist es völlig gleichgültig, ob er sechs Wochen auf den Bahamas ist oder nur eine Woche in seinem Schrebergarten. Dieser Rechtsvorgang einer Ersatzzustellung ist aber nicht typisch für einen Bußgeldbescheid. Das kann Herrn Koch, wie mir, auch mit jedem anderen Schriftstück passieren. Die an sich mögliche Wiedereinsetzung in den vorigen Stand kann natürlich jeweils betrieben werden, erfordert zum Erfolg jedoch beweisbare Begründungen, die keinesfalls aus den Bahamas oder aber wegen gehabten guten Glaubens bestehen können.

Die Pflichtenverteilung unter den drei Schlußpunkten der Veröffentlichung richtet Herr Koch in zwei Fällen an den falschen Adressaten:

1. Etwas verbieten kann nur der Gesetzgeber! Die DBP nur dann, wenn sie vom Gesetzgeber hierzu ausdrücklich ermächtigt worden ist.

2. Den „Waffenschein" für besondere Empfangsgeräte könnte auch nur der Gesetzgeber kreieren, nie eine Bundesbehörde.

Im Zuge einer gleichen Fehleinschätzung könnte man sonst auch verlangen, daß die Polizei solches einfach „verbieten" solle. Über die Polizei ist aber in den letzten demokratischen Jahren so viel geschimpft worden, daß es bis in den letzten Winkel der Öffentlichkeit einsichtig ist, daß es mit dem Verbieten doch wohl so einfach nicht geht!

Ing. (grad.) Heins-Otto Lotze, Kaiserslautern

Es erreichten den Autor eine Anzahl von Telefonanrufen von Tonrundfunkteilnehmern, die Fragen hatten und u. a. die „Bestimmungen über die Allgemeine Tonrundfunkgenehmigung" haben wollten und fragten, wo diese zu bekommen seien, da sie an keinem Postschalter erhältlich sind. Dazu nimmt der Autor mit ergänzenden Erläuterungen zu seinem Beitrag Stellung.

Tatsache ist, daß es bis heute keine gedruckten „Bestimmungen über die Allgemeine Tonrundfunkgenehmigung" zur Abgabe an die Rundfunkteilnehmer bei der Post gibt. Diesbezügliche Informationen sind nur bei der für den Wohnsitz des Betreffenden zuständigen Oberpostdirektion, Referat Funk, zu erfragen.

Ebenso stimmt es, daß bis heute diese Bestimmungen auch nicht in den Bedienungsanleitungen für deutsche und ausländische Tonrundfunkgeräte abgedruckt sind, zumal derzeit keine diesbezüglichen Verfügungen bestehen.

Tatsache ist auch, daß Teilnehmer die Tonrundfunkgebühren zahlen und damit dokumentieren, daß sie von der „Allgemeinen Genehmigung" hierfür Gebrauch machen, die im Amtsblatt des BPM vom 18.12.1970 (Nr. 176, Vfg. 1004, Absatz I) veröffentlicht ist. Im Absatz II.1 wird die Auflage erteilt, „daß die verwendeten Geräte den ‚Technischen Vorschriften' in ihrer jeweils geltenden Fassung entsprechen müssen". Was aber von der DBP zu veranlassen ist, wenn diese Geräte den „Technischen Vorschriften" nicht entsprechen, also unzulässige Frequenzbereiche neben den Tonrundfunkbereichen haben, steht im Absatz III; hieraus wörtlich zitiert: „Diese Genehmigung kann allgemein oder im Einzelfall – auch für *einzelne* Tonrundfunkempfänger – widerrufen werden. Ein Widerruf ist insbesondere zulässig, wenn die unter Abschnitt II aufgeführten Auflagen nicht erfüllt sind". Da steht es doch deutlich genug: Die Post muß zuerst die „Allgemeine Genehmigung" für das betreffende Gerät widerrufen. Nimmt der Besitzer es dann doch wieder in Betrieb, so hat er *erst dann* eine nicht genehmigte und nicht genehmigungsfähige Empfangsanlage betrieben, die nach § 15 Abs. 1 des Fernmeldeanlagengesetzes eine Bestrafung rechtfertigt[1]). In der „Allgemeinen Genehmigung" ist nirgends von „Bestrafung" die Rede.
Weiter heißt es im Abschnitt III: „Anstatt die Genehmigung zu widerrufen, kann die DBP anordnen, daß bei einem Verstoß gegen Auflagen ein Tonrundfunkempfänger außer Betrieb zu setzen ist und erst bei Einhaltung der Auflagen wieder betrieben werden darf." Die Auflage könnte z. B. sein, durch eine Servicewerkstatt die Spulen des bzw. der unzulässigen UKW-Bereiche zerstören zu lassen und dann das Gerät dem Funkstörungsmeßdienst zur Überprüfung und Wiederzulassung vorzuführen. Das wäre eine faire Sache gewesen und hätte die Personen vor Verlust des Gerätes geschützt. Daraus ergibt sich klar und deutlich, daß die meisten Anklagen und Verurteilungen nicht nach den Bestimmungen der „Allgemeinen Genehmigung" erfolgten.

Egon Koch

[1]) *Albert, J.; Klingler, U.:* Fernmelderecht, II. Teil, S. 4. 3. Aufl. R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Heidelberg/Hamburg.

Tonarm mit elektronischer Regelung

Während die Antriebe von Plattenspielern im Hinblick auf geringere Gleichlaufschwankungen, höhere Drehzahlkonstanz, Rumpelarmut, wirtschaftliche Fertigung sowie Langzeitstabilität aller wichtigen Eigenschaften durch Einführung des Direktantriebs verbessert wurden, ging am Tonarm die Entwicklung in mancher Hinsicht vorbei. Dies besonders in bezug auf die auch in der Massenfertigung sicher beherrschte elektronische Regelung, wie sie beim Direktantrieb in vielen Spielarten eingesetzt wird. Legt man jedoch auch dem bisher frei beweglichen Tonarm „elektronische Zügel" an, so entsteht ein neues mechanisch-elektronisches System mit bemerkenswerten Eigenschaften.

Die auf den ersten Blick recht einfach erscheinende Aufgabe des Tonarms, nämlich den Tonabnehmer in Berührung mit den Rillen zu bringen und ihn dort trotz aller in der Praxis auftretenden Einflüsse mit konstanter, definierter Auflagekraft zu halten, ist, wie die langsam sich durchsetzende Abstimmung von Tonarm und Rückstellkraft des Systems zeigt, recht heikel. Sie hat grundlegende Neuerungen am Tonarm selbst bisher verhindert.

Noch immer wird die Auflagekraft mit einem Gegengewicht an einem Ende des Tonarmes erzeugt, wobei eine Resonanzdämpfung, die sich wegen der gestiegenen Ansprüche an die Wiedergabequalität als sehr notwendig erwies, in begrenztem Umfang durch verschiedene Dämpfungselemente in der Aufhängung des Gewichts erreicht werden konnte. Trotzdem entstehen durch die unterschiedliche Planlage und Exzentrizität der Schallplatten immer noch unkontrollierte Bewegungen, die – besonders wenn sie in die Nähe der Tonarmresonanz kommen – dazu führen, daß der Tonabnehmer die ihm zugedachte Aufgabe nicht mehr ohne Qualitätsabstriche wahrnehmen kann.

Nachteilig beim praktischen Gebrauch sind auch die notwendigen Abgleichvorgänge wie Nullbalance-Einstellung, Auflagegewicht-Justage und Antiskating-Einstellung, d. h. Vorgänge, die mit der eigentlichen Tonwiedergabe nichts zu tun haben, die aber bei Nadelwechsel oder Austausch des Tonabnehmers anfallen.

Unter Berücksichtigung des bisher Gesagten ergeben sich daher drei Schwerpunkte bei der Entwicklung eines neuen Tonarms oder Tonarmprinzips: verbesserte Handhabung, einfachere mechanische Konstruktion sowie Unterbindung unkontrollierter Schwingungen des Tonarms, besonders im tieffrequenten Bereich.

Um alle drei Probleme auf einmal in den Griff zu bekommen, konstruierte man bei Sony einen Tonarm mit elektronischer Regelung. Er wird bei dem Plattenspielermodell PS-B 80 eingesetzt, der in absehbarer Zeit auch in Deutschland auf den Markt kommen dürfte (*Bild 1*). Der neue Tonarm besitzt keine mechanische Antiskating-Vorrichtung mehr, kein Gegengewicht und keine Abhebevorrichtung, und er erlaubt völlige Frontbedienung. Einer seiner weiteren Vorteile ist die Dämpfung der untersten Resonanzspitze (sie liegt gewöhnlich – je nach Abstimmung – zwischen 5 Hz und 12 Hz) bis auf eine Überhöhung von etwa 3 dB, gleichzeitig wird das Übersprechen im Frequenzbereich unterhalb von 100 Hz deutlich reduziert. Die Resonanzverminderung macht sich als geringere Intermodulation bemerkbar und ist daher für eine verzerrungsärmere Wiedergabe im gesamten Übertragungsbereich bedeutsam, außerdem wird der übertragene Dynamikbereich erweitert.

Aufbau des Tonarms

Die wesentlichen Konstruktionselemente des neuen Tonarms zeigt die Schnittzeichnung in *Bild 2*. Die sich in horizontaler bzw. in vertikaler Ebene bewegenden Teile sind mechanisch mit je einem Geschwindigkeitsaufnehmer und einem Linearmotor verbunden, außerdem gibt es noch zwei Positionsmelder, die die augenblickliche Lage des Tonarms feststellen. Aufnehmer und Linearmotor haben den gleichen, in *Bild 3* gezeigten Grundaufbau.

In *Bild 4a* ist ein Schnitt durch einen Geschwindigkeitsaufnehmer dargestellt. Die eigentliche Aufnehmerspule befindet sich in einem gleichförmigen, durch Magnet und Joch gebildeten Magnetfeld. Die in der Spule erzeugte

Bild 1. Plattenspieler PS-B 80 von Sony mit elektronisch gerregeltem Tonarm

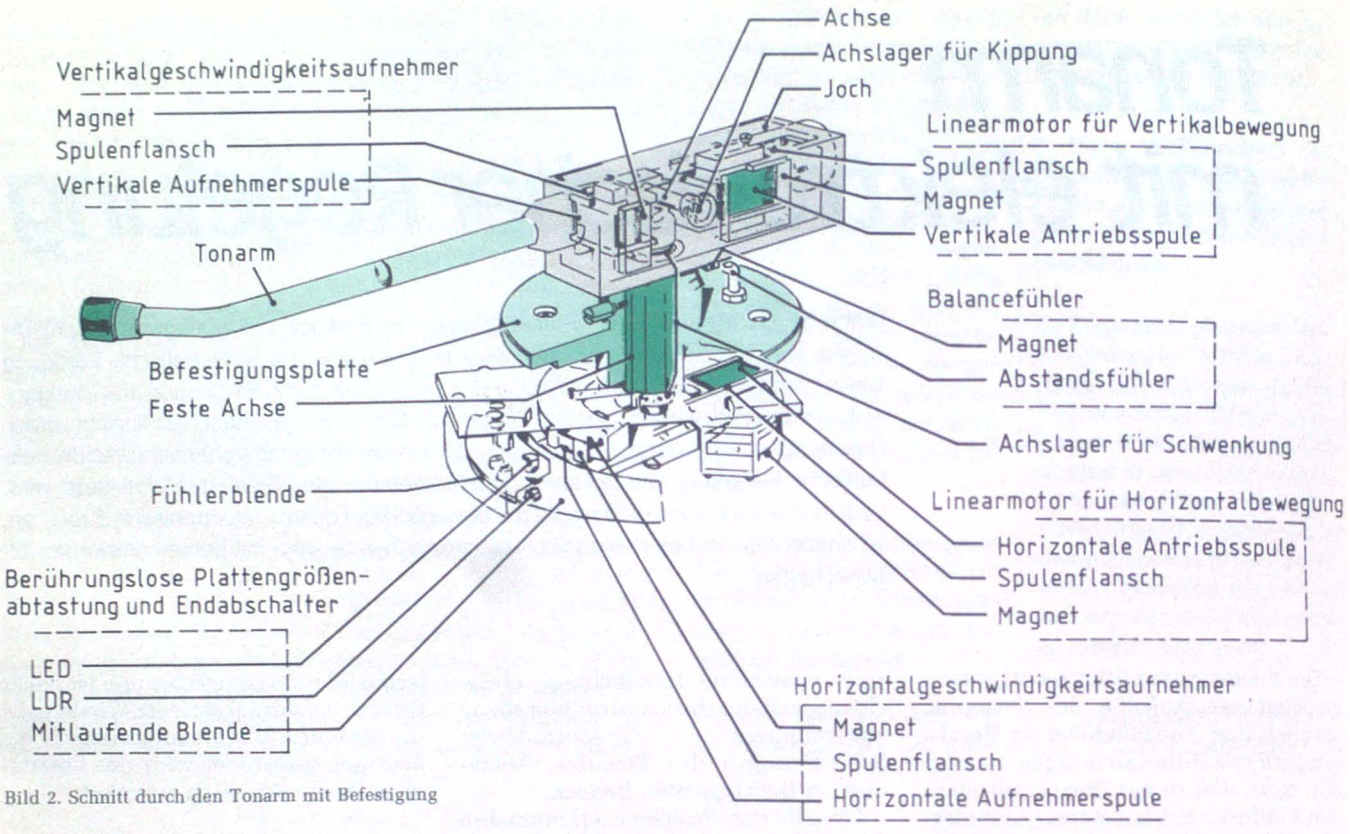


Bild 2. Schnitt durch den Tonarm mit Befestigung

Spannung U_a ist geschwindigkeitsproportional. Horizontale und vertikale Auslenkungen des Tonarms werden somit durch die entsprechenden Sensoren in elektrische Signale umgewandelt.

Der Linearmotor arbeitet nach dem umgekehrten dynamischen Prinzip (*Bild 4b*); die von der Spule bewirkte Kraft ist dem Spulenstrom proportional. Wird der Strom von einem Servoverstärker aufgebracht, der wiederum von den Geschwindigkeitsaufnehmern in geeigneter Form angesteuert wird, so ist ein mechanisch-elektronischer Regelkreis entstanden, dem man durch geeignete Dimensionierung die erforderlichen Eigenschaften geben kann.

Bei dem elektronisch geregelten Tonarm übernehmen die Linearmotoren folgende Aufgaben: Erzeugung der Antriebskraft für die Tonarm-Abhebe- und -Aufsetzbewegung, Erzeugung der statischen Kraft für die Nullbalance (sie ist wichtig für den Austausch von Tonabnehmern mit unterschiedlicher Masse), Erzeugung einer definierten Auflagekraft sowie automatische Skating-Kompensation.

Die Vorteile der Geschwindigkeitsgegenkopplung

Durch Einbeziehung des Tonarms in den elektronischen Regelkreis werden unkontrollierte Auslenkbewegungen verhindert, also auch solche, die durch die Resonanz der Tonarmmasse mit der Nadelsteifigkeit entstehen. Wie von Sony verlautet, ist man mit der verbleibenden untersten Resonanzüberhöhung von 3 dB nicht ganz zufrieden, sie dürfte noch verbesserungsfähig sein.

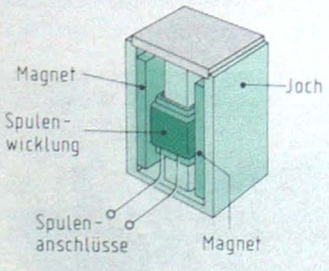


Bild 3. Linearmotor und Geschwindigkeitsaufnehmer besitzen die gleiche Konstruktion

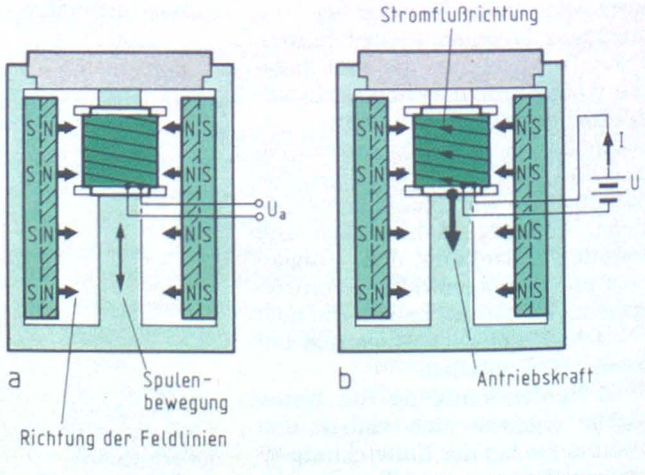


Bild 4. ▶ Funktion von Geschwindigkeitsaufnehmer (a) und Linearmotor (b)

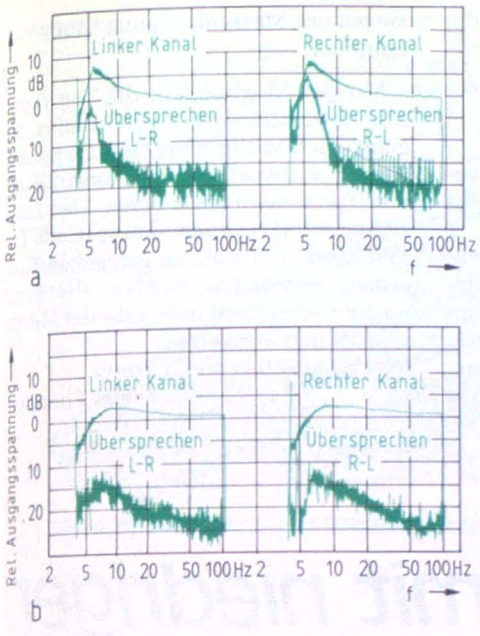
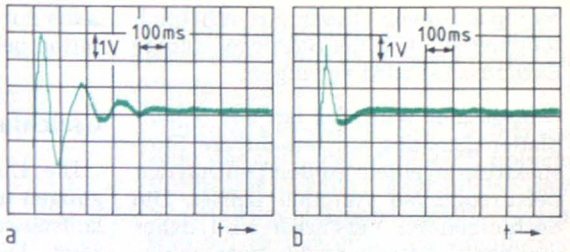


Bild 5. Vergleich der Übersprechwerte und der Tiefenresonanz bei einem konventionellen Tonarm (a) sowie einem elektronisch geregelten Tonarm (b)

Bild 6. ▶ Verhalten bei Erschütterungen; a) konventioneller Tonarm, b) geregelter Tonarm



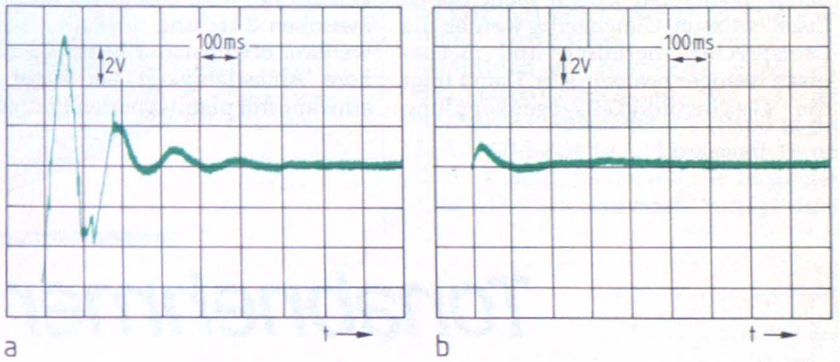


Bild 7. Ausgangsspannungen als Funktion der Zeit, wenn ein Tonarm mit 1,7 g Auflagegewicht aus 3 mm Höhe auf eine feste Unterlage fällt; a) konventioneller Tonarm, b) geregelter Tonarm

Die Auswirkungen der Regelung auf die Tiefenresonanz zeigen *Bild 5a* und 5b. Während Bild 5a das Übersprechen in Abhängigkeit von der Frequenz für einen Sony-Tonabnehmer XL-55 an einem konventionellen Tonarm darstellt, zeigt Bild 5b die Übersprechcharakteristik für den gleichen Tonabnehmer am geregelten Tonarm. Die verringerte Tiefenresonanz entstand ohne jeglichen Abgleich auf das System; hier dürfte die Überlegenheit gegenüber einer – so perfekt kaum erreichbaren – mechanischen Lösung durch zusätzliche Schwingungsdämpfung deutlich werden.

Verringerung der Stoßempfindlichkeit

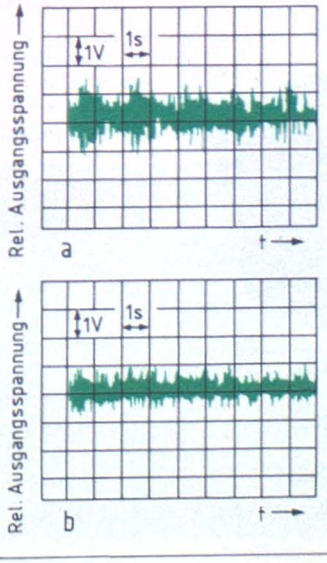
Bei Erregung des Tonarms mit einem mechanischen Stoßimpuls, wie er durch außerhalb des Plattenspielers entstehende Erschütterungen entstehen könnte, wird vom Tonabnehmer am ungeregelten Tonarm eine Spannung erzeugt, wie sie in *Bild 6a* dargestellt ist. Der Stoßimpuls entstand durch ein 0,5 g schweres Gewicht, das aus einer Höhe von 10 cm auf die Tonkopfhalterung fiel. Die Nadelspitze ruhte dabei auf einer festen Unterlage. *Bild 6b* zeigt den Spannungsverlauf bei der gleichen Testanordnung mit einem geregelten Tonarm.

Bei einer anderen Versuchsanordnung wurde der mit einem System bestückte Tonarm (Auflagekraft 1,7 g) aus einer Höhe von 3 mm auf eine feste Unterlage fallengelassen. Die entsprechenden Spannungsverläufe für den geregelten sowie den ungeregelten Tonarm sind in *Bild 7a* bzw. *7b* dargestellt.

Die nach dem Anregungsimpuls einsetzende Dämpfung im ungeregelten Beispiel wird durch den Kontakt zwischen Abtastspitze und Rille bewirkt, geht also auf Kosten der Lebensdauer sowohl des Systems als auch der Schallplatte; beim geregelten Tonarm entsteht nur ein geringes Ausgangssignal, das sehr kurz ist. Die nachfolgenden Komponenten der Wiedergabeanlage, insbesondere die Lautsprechermembran und die Schwingspule, werden somit zuverlässig gegen Impulse, die vom Plattenspieler stammen, geschützt.

Leerrillenwiedergabe

Abhängig von der Planlage der Platte entstehen bei der Abtastung von Leerrillen (Einlauf-, Auslauf-, Kennrillen) sehr niederfrequente Spannungen, mit recht hohen Amplituden bei der Tonarmresonanzfrequenz (*Bild 8a*). Durch die elektronische Regelung lassen sich



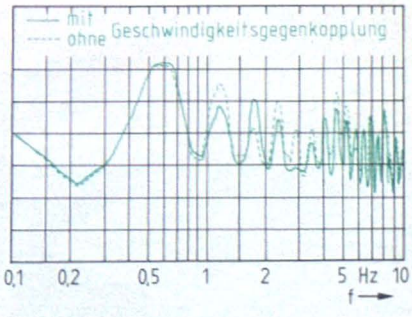


Bild 9. Einfluß der Geschwindigkeitsgegenkopplung auf die Gleichlaufschwankungen

◀ Bild 8. Störspektren bei Abtastung von Leerrillen mit konventionellem Tonarm (a) sowie geregeltem Tonarm (b)

Störspannungen dieser Art erheblich reduzieren, auch der Störpegel infolge Exzentrizität wird verringert.

Insgesamt wird das bei der Schallplattenabtastung unvermeidbare Störspektrum zu einem großen Teil von den tiefstfrequenten Anteilen befreit. Die nachfolgenden Verstärker sind daher von der Verarbeitung der zwar unhörbaren, manchmal jedoch recht hohen Pegel entlastet. Gleichzeitig werden die Lautsprecher thermisch und mechanisch weniger beansprucht. Damit trägt die Geschwindigkeitsgegenkopplung auch zur Verringerung der Intermodulation bei.

Gleichlaufschwankungen

Die Unterbindung von Eigenbewegungen wirkt sich auch auf die Gleichlaufschwankungen aus, wie *Bild 9* zeigt. Die Verbesserung (durchgezogene Linie) wird besonders im Bereich zwischen 2 Hz und 5 Hz deutlich. Ein weiterer erwünschter Effekt ist die höhere Abtastfähigkeit bei nicht ganz einwandfrei planliegenden Platten, wie sie bei der Massenfertigung häufig vorkommen.

Mit der Möglichkeit, die Tonarmresonanz elektronisch zu bedämpfen, ergeben sich völlig neue Gesichtspunkte für den Entwurf und die Konstruktion von Tonabnehmersystemen. Man kann sicher damit rechnen, daß spezielle Typen für den Einsatz an geregelten Tonarmen geschaffen werden, die dann eine verbesserte Wiedergabe der Mitten und Höhen aufweisen.

(Nach Unterlagen von Sony)

Dieter Thomsen

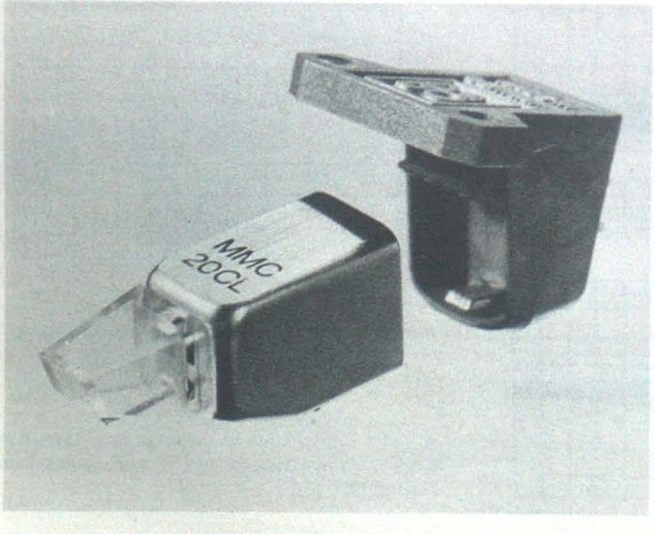
Tonabnehmer mit niedriger effektiver Nadelmasse

Die Grundforderung nach niedriger effektiver Nadelmasse gilt bei den drei am meisten verbreiteten Wandlerprinzipien für Tonabnehmer (bewegtes Metall, bewegte Spule oder bewegter Magnet) in gleicher Weise; durch die geringe Masse sollen die Plattenabnutzung reduziert und die Abtasteigenschaften des Tonabnehmers gesteigert werden.

Bei dem neuen Tonabnehmersystem MMC 20 (*Bild 1*) von Bang & Olufsen wurde die effektive Nadelmasse auf 0,3 mg verringert. Dies gelang durch Reduzierung der Massen von Diamant, Nadelträger und des eigentlichen Wandlerelements, das in *Bild 2* dargestellt ist. Ein x-förmiges Metallkreuz (Micro Cross) bildet den Anker und ist über den Nadelträger mit dem Diamant verbunden. Es ist symmetrisch aufgebaut und bewirkt damit sehr hohe Kanaltrennung.

Bei Auslenkung des Diamanten in Richtung R induzieren die mit den Ziffern 1 und 4 bezeichneten Schenkel des Micro Cross Spannungen in den entsprechenden Spulen, während die mit 2 bzw. 3 bezeichneten Schenkel des Kreuzes fast keine Bewegung erfahren. *Bild 3* zeigt einen Schnitt durch das System. Der Nadelträger mit dem Micro Cross und Diamant ist an einem Punkt hinter dem Kreuz in einer besonders geformten Butylgummilagerung befestigt. Diese bestimmt die Compliance, die in diesem Fall nahezu richtungsunabhängig ist. Diamant und Nadelträger werden durch eine Acrylglas-Abdekkung vor unbeabsichtigter Berührung geschützt.

Als Material für den Nadelträger setzt B & O einen Einkristall-Saphir ein. Er



◀ Bild 1.
Die Tonabnehmer der Serie MMC 20 von B & O besitzen einen Nadelträger aus Einkristall-Saphir

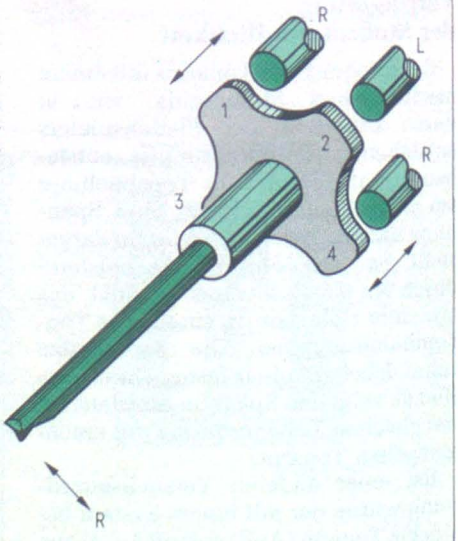


Bild 2. ▶
Prinzip des Micro-Cross-Wandlers

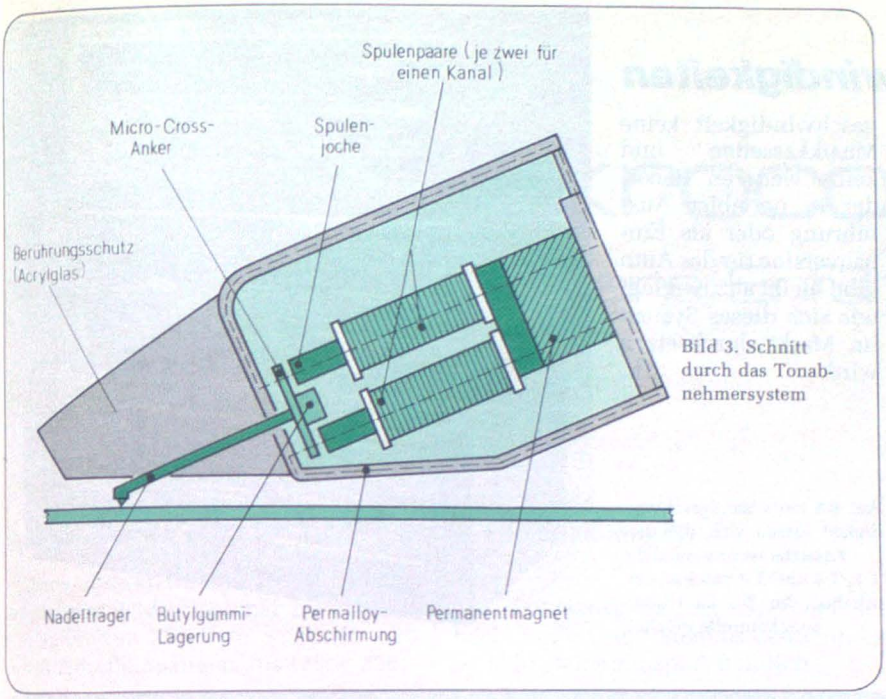


Bild 3. Schnitt durch das Tonabnehmersystem

besitzt 40 % höhere Steife als ein Beryllium-Träger. Da die Schallgeschwindigkeit im Saphir doppelt so hoch wie in Aluminium ist, ergeben sich geringe Laufzeitverzerrungen. Die Resonanzfrequenz des Nadelträgers liegt oberhalb von 20 kHz, so daß zur Erzielung eines geraden Frequenzverlaufs nur eine geringe Dämpfung notwendig wird.

Neben den Ausführungen mit sphärischem und elliptischem Diamant ist das Tonabnehmersystem unter der Bezeichnung MMC 20 CL mit einem speziellen Diamantschliff erhältlich. Der sogenannte Contact-Line-Diamant soll in der Senkrechten eine möglichst große Auflagefläche, in der Waagerechten jedoch eine geringe Kontaktfläche mit der Rille haben und damit eine hohe Abtastsicherheit sowie geringe Plattenabnutzung bewirken.

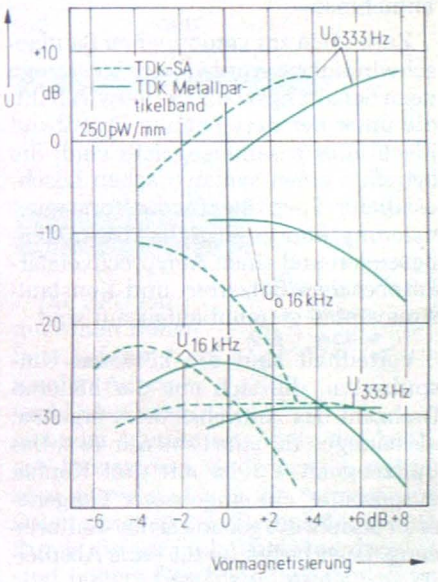
An B & O-Geräte ist der Tonabnehmer ohne Zusätze anzubringen; mit einem mitgelieferten Adapter kann er in den üblichen Tonkopfhalterungen befestigt werden.

Die technischen Daten der neuen Tonabnehmersysteme sind in der *Tabelle* zusammengestellt. Jedes System erhält nach Passieren der computergesteuerten Endkontrolle ein Testzertifikat.

Metallpartikelband

Nach 3 M stellt nun TDK sein MA-(Metal Alloy-)Band vor. Wie der Hersteller betont, sind die Daten des neuen Bandes noch nicht endgültig, auch können weder über den Liefertermin noch über den Preis Angaben gemacht werden.

Einige Kennwerte des MA-Bandes zeigt das *Bild*. Bei etwa 4 dB höherer Vormagnetisierung gegenüber dem SA-Band des gleichen Herstellers ergibt sich bei 16 kHz eine Aussteuerbarkeit von 11 dB unter dem Bezugspegel; bei 10 kHz läßt sich Metal Alloy etwa 4 dB unter Bezugspegel aussteuern. Zur Ermittlung der Meßwerte wurde ein Sendust-Aufsprechkopf mit 3 µm Spaltbreite verwendet. Das Band in der MA-C-60-Kassette ist insgesamt 16 µm dick; 4 µm entfallen auf die Beschichtung. Die Koerzitivkraft beträgt 1060 Oe.



Die Kenndaten des Metallpartikelbandes MA von TDK. U_{0333Hz} = maximaler Pegel bei 333 Hz; U_{016kHz} = Sättigungspegel bei 16 kHz; U_{333Hz} und U_{16kHz} = Empfindlichkeit bei 333 Hz bzw. 16 kHz. Die Vormagnetisierung 0 dB bezieht sich auf das SA-Band des Herstellers

Tabelle: Technische Daten der neuen Tonabnehmer von Bang und Olufsen

	MMC 20 S	MMC 20 E	MMC 20 EN	MMC 20 CL
Empf. Auflagegewicht	15 mN (1,5 p)	15 mN (1,5 p)	12 mN (1,2 p)	10 mN (1,0 p)
Frequenzumfang	20...20000 Hz ±3 dB	20...20000 Hz ± 2,5 dB	20...20000 Hz ± 2 dB	20...20000 Hz ± 1 dB
Kanaltrennung bei 1000 Hz	≦ 20 dB	≦ 20 dB	≦ 25 dB	≦ 30 dB
Unterschied im Übertragungsmaß	> 2 dB	> 2 dB	> 1,5 dB	> 1 dB
Diamant	sphär. 15 µm	ellipt. 5 µm x 17 µm	ellipt. 5 µm x 17 µm	Contact-Line
Effektive Nadelmasse	0,5 mg	0,5 mg	0,4 mg	0,3 mg
Nachgiebigkeit	20 µm/mN	20 µm/mN	25 µm/mN	30 µm/mN
Ausgangsspannung an 47 kΩ pro cm/s Schnelle (Effektivwert)	> 0,6 mV	> 0,6 mV	> 0,6 mV	> 0,6 mV
Ausgangsspannung an 47 kΩ bei 1000 Hz und 5 cm/s Schnelle (Effektivwert)	> 2,12 mV	> 2,12 mV	> 2,12 mV	> 2,12 mV

Kassettenrecorder mit zwei Bandgeschwindigkeiten

Auf bisher noch nicht praktizierte Weise will man bei den neuen Kassettenrecordern T 1, T 2 und T 3 (*Bild*) von BIC, British Industries Co. (Vertrieb: all-akustik) höhere Hi-Fi-Qualität erreichen: Man erhöht die übliche Bandgeschwindigkeit von 4,75 cm/s auf 9,5 cm/s. Der größere Frequenzumfang, der verbesserte Signal/Rausch-Abstand sowie die etwas verringerten Gleichlaufschwankungen werden mit der halbierten Spieldauer bei den üblichen Kassettentypen erkauft. Welche Verbesserungen sich bei der höheren Bandgeschwindigkeit ergeben, ist den Herstellerangaben in der *Tabelle* zu entnehmen.

Zusätzlich zur verdoppelten Bandgeschwindigkeit wurden von BIC einige neue Schaltungskonzepte verwirklicht, die unter der Bezeichnung Broadband Electronics zusammengefaßt sind. Sie betreffen einen symmetrischen Löschoszillator, Sperrfilter für die Vormagnetisierung, eine zusätzliche Phasenkompensation und einen Aufsprechverstärker, bei dem Entzerrer- und Konstantstromstufen getrennt aufgebaut sind.

Vorteilhaft sind die kürzeren Umspulzeiten, die sich aus der höheren Drehzahl des Antriebsmotors ergeben; sie betragen für eine C-60 nur 48 s. Das Spitzengerät T 3 ist mit drei Köpfen ausgestattet, ein eingebauter Tongenerator erlaubt die genaue Dolby-Kalibrierung. Da es bisher für 9,5 cm/s Abspielgeschwindigkeit keine Musikkassetten und keine weiteren Recorder in portabler Ausführung oder als Einbauversion für das Auto gibt, bleibt abzuwarten, wie sich dieses System im Markt durchsetzen wird. Th.

Auf 9,5 cm/s Bandgeschwindigkeit lassen sich die drei Kassettenrecordermodelle T 1, T 2 und T 3 von BIC umschalten. Im T 3 ist Hinterbandkontrolle möglich

Technische Daten der Kassettenrecorder von BIC mit zwei Bandgeschwindigkeiten

	Recorder-Modell		
	T 1	T 2	T 3
Garantierter Über-Alles-Frequenzgang ± 3 dB (Entzerrung 70 µs)			
4,75 cm/s	35...17 000 Hz	30...18 000 Hz	25...19 000 Hz
9,5 cm/s	35...20 000 Hz	30...21 000 Hz	25...22 000 Hz
A/W-Signal/Rausch-Abstand (dB); A-bewertet, bei 3 % Klirrfaktor, Entzerrung 70 µs			
4,75 cm/s ohne Dolby	53	54	55
4,75 cm/s mit Dolby	61	62	63
9,5 cm/s ohne Dolby	55	57	58
9,5 cm/s mit Dolby	63	66	67
Gleichlaufschwankungen (max.) nach DIN, in %			
4,75 cm/s	0,12	0,12	0,10
9,5 cm/s	0,10	0,10	0,09
Klirrfaktor (0 VU; 70 µs), in %			
4,75 cm/s	2,0	1,9	1,8
9,5 cm/s	1,7	1,6	1,5

Hi-Fi-Nachrichten

Wie Pioneer ankündigte, hat die amerikanische Pioneer Electronics Corp. **sämtliche Anteile der Firma Phase Linear Corp., Lynwood, Washington** erworben. Das Unternehmen wird unverändert mit dem bestehenden Management und unter dem bisherigen Präsidenten weitergeführt. Beide Firmen untersuchen Bereiche von gegenseitigem Interesse im Auslandsvertrieb, der Produktentwicklung sowie der langfristigen Forschung.

Beim achten Wettbewerb „Bester Stereobaustein des Jahres", der von der japanischen Fachpresse veranstaltet wird, erhielt der Tuner KT-917 von Kenwood den **Grand Prix 1978**; 44 Geräte wurden bewertet. Der Tuner ist mit einem Zähldetektor ausgestattet, seine Bandbreite läßt sich umschalten.

□

Einen **verbesserten Regallautsprecher** brachte Bose unter der Bezeichnung Bose 301 Serie II auf den Markt. Geändert wurden die Hochtonlautsprecher sowie die Doppel-Frequenzweiche. In Reihe mit dem Hochtöner ist eine Überlastsicherung geschaltet, um Energiespitzen, die bei Verstärkerübersteuerung entstehen könnten, vom Lautsprecher fernzuhalten.

□

Neben der BASF werden noch weitere Bandhersteller **Metallpigment-Kassetten** auf der Funkausstellung präsentieren. Obwohl es noch keinerlei internationale Normung für Metallschichtbänder gibt, sollen in Berlin auch bereits die passenden Recorder gezeigt werden. Da man sich über die Wiedergabezeitkonstante (vorgeschlagen sind 70 us) anscheinend einig ist, können Metallschichtbänder wenigstens auf den konventionellen Recordern wiedergegeben werden (Stellung Chrom). Für die Aufnahme sind allerdings Geräte mit anderen Lösch- und Aufsprechköpfen erforderlich.

Hans Werner

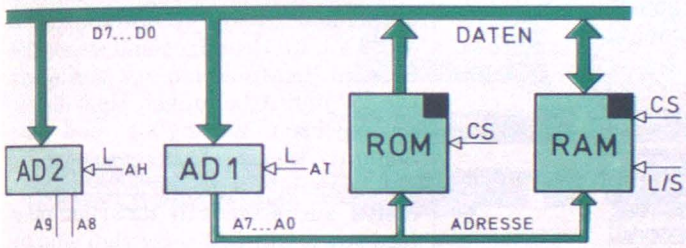
Mikrocomputer

Eine kleine Einführung

13. Teil

Speicher

Wir wollen an die CPU 2 Speicher anschließen. Beide Speicher haben eine Kapazität von 256 Byte, kommen also mit 8 Adreßeingängen aus ($2^8 = 256$).



Es genügt eine Hälfte der 16stelligen Adresse. Die anderen 8 bit werden zur Selektierung (Auswahl) der Speicher und später zur Steuerung der Ein- und Ausgaberegister herangezogen. Auf die genaue Bedeutung der Begriffe ROM und RAM soll vorläufig verzichtet werden. Wir lassen unser Strichmännchen träumen und wenden uns den prinzipiellen Speicherunterschieden zu.

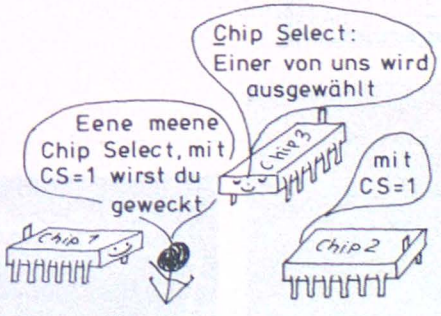
Das ROM
ist der Programmspeicher. Aus ihm können nur Daten ausgelesen werden. Das ist vernünftig, denn Mikrocomputer sind als fertig programmierte Einheit in die entsprechenden Geräte eingebaut und arbeiten immer mit demselben Programm. Der Speicherinhalt des ROM ist unabhängig von der Stromversorgung und kann nicht verloren gehen.

Das RAM
dient als Kurzzeitspeicher für Zwischenergebnisse. Es können Daten ein- und ausgegeben werden. Das ROM besitzt nur den Steuereingang CS (Chip Select), das RAM noch zusätzlich L/S.

Der Steuereingang CS
CS = 0:

Der Datenausgang der Speicher ist hochohmig vom Datenbus getrennt. Es ist kein Datentransport möglich.

CS = 1:
Es können Daten ein- bzw. ausgegeben werden.
Mit dem Steuereingang CS kann also der gewünschte Speicher ausgewählt und aktiviert werden.



Der Steuereingang L/S
L/S = 0: Schreiben
Es können Daten in das RAM eingegeben und gespeichert werden.
L/S = 1: Lesen
Es können Daten aus dem Speicher gelesen werden (Ausgabe).
Natürlich muß in beiden Fällen CS = ...sein, weil sonst...

CS = 1 muß sein, weil sonst der Speicher hochohmig vom Datenbus getrennt ist.

Zusammenfassung

CS	ROM
0	hochohmig getrennt
1	Lesen

CS	L/S	RAM
0	0	hochohmig
	1	getrennt
1	0	Schreiben
	1	Lesen

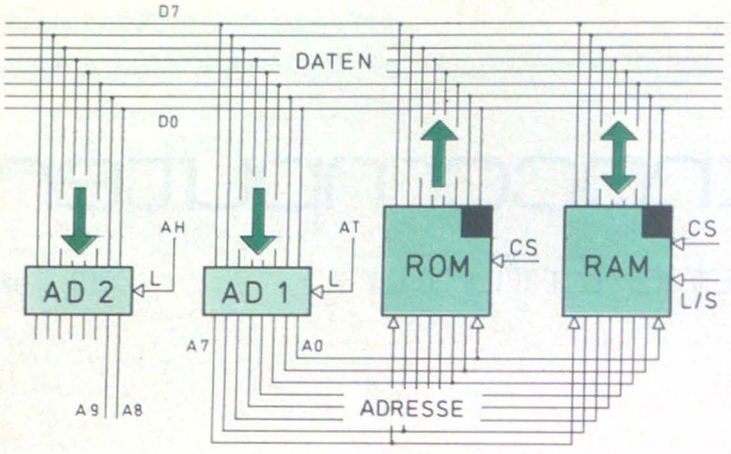
Die CPU hat nur einen Datenbus. Auf ihm werden Adresse und Daten nacheinander transferiert. Viele der heutigen Prozessoren sind dagegen mit einem getrennten Bus für Adresse und Daten ausgestattet (ähnlich Modell 1). Durch die parallele Datenverarbeitung sind höhere Geschwindigkeiten zu erzielen.

Die Adressiereingänge beider Speicher liegen parallel am Ausgang des Registers 1 (A7...A0).

Mit dem Adreßsignal A8 (Register 2) werden die Speicher ausgewählt, d. h. A8 soll über die Steuereingänge CS den gewünschten Speicher aktivieren.

A9 ist zur Steuerung der Ein- und Ausgaberegister vorgesehen. Die Signale A10...A15 werden bei dem Modell nicht benutzt.

Die Aufteilung der Adressen ist willkürlich. Andere Möglichkeiten sind denkbar. Die gewählte Lösung verschenkt sehr viele Adreßkombinationen, führt aber zu einer schaltungstechnisch einfachen Lösung.



Selektierung

...die Aufgabe der Steuerung exakter definieren. Dazu eignet sich sehr gut der Befehl LADEN, obwohl die Befehle des Modells noch nicht bekannt sind.
LA AC n bedeutet:
Lade den Inhalt der Zelle n in den Akkumulator.
n hat 16 Binärstellen und kann zwischen

000000 00 00000000 und

111111 11 11111111 liegen. Die Stellen A9...A0 sind eingerahmt.

A9	A8	A7 ... A0	
0	0	00000000	0
0	0	00000001	1
0	0	11111111	255

A9	A8	A7 ... A0	
0	1	00000000	256
0	1	00000001	257
0	1	11111111	511

Festlegung:

AH		AT
A9	A8	A7 ---------- A0
0	0	Speicherplatz ROM
0	1	Speicherplatz RAM

Beispiele:

LA AC 000000 00 00000011 (A9 A8)

Lade den Inhalt der Speicherzelle 00000011 (3) aus dem ROM in den Akkumulator.

LA AC 000000 01 00000011

Lade den Inhalt der Speicherzelle 00000011 (3) aus dem RAM in den Akkumulator.

Die CPU gibt nacheinander Adreßbyte AT und AH auf den Datenbus. Byte AT gelangt in das Register AD1 und damit an die Adreßeingänge beider Speicher. Byte AH wird in das Register AD2 geladen. Eine kleine Logikschaltung soll nun dafür sorgen, daß in Abhängigkeit von A8 und A9 (AD2) der richtige CS-Eingang auf 1 gelegt wird.

ROM

Der Programmzähler adressiert die Speicher in der Reihenfolge 0, 1, 2...Deshalb ist der untere Zahlenbereich für das ROM reserviert.
0...255: A9 = 0 A8 = 0

RAM

Die Adressen 256...511 gelten für das RAM.
256...511: A9 = 0 A8 = 1

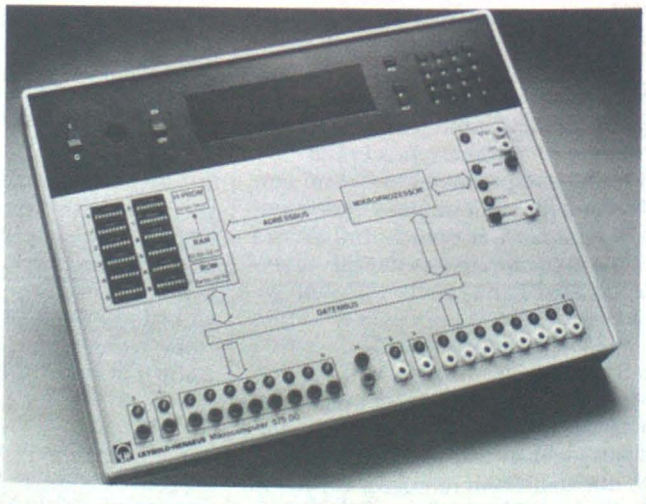
A9 ist in beiden Fällen Null und könnte fortfallen, wenn sich die Steuerung auf die beiden Speicher beschränken würde.

(Fortsetzung folgt)

Lern-System

Vor allem für die Anwendung in Schulen ist der Lerncomputer 575-00 von Leybold-Heraeus gedacht (*Bild*). Er arbeitet mit dem Mikroprozessor 8080 und einem 1-KByte-Monitorprogramm als ROM. Im Grundzustand stehen 256 Byte an RAM-Bereich zur Verfügung. Die zehn E/A-Leitungen sind über 4-mm-Buchsen zugänglich und über Schmitt-Trigger gebuffert. Anzeige und Tastatur sind für das hexadezimale Arbeiten ausgelegt. Ein Kassetten-Interface sowie ein 220-V-Netzteil sind bereits eingebaut, so daß der Mikrocomputer ohne jede Peripherie schon voll einsatzfähig ist.

Das Konzept erlaubt zu Beginn der Ausbildung die direkte Eingabe von Daten über den Datenbus, d.h. ohne das zunächst schwer verständliche Monitorprogramm. Erst später erstellt der Lernende selbst ein kleines Monitorprogramm, das schließlich von dem komfortableren Monitor-ROM abgelöst wird.



Der Mikrocomputer 575-00 ist in erster Linie für Ausbildungszwecke gedacht

Der Profi-„PET" ist da

Es ist wieder einmal soweit: Commodore wird zur Hannover-Messe '79 einen Drucker und eine Diskettenstation für den PET 2001 vorstellen.

Vor zwei Jahren wurde der Mikrocomputer PET 2001, mit vielen Vorschußlorbeeren bedacht, der Öffentlichkeit angekündigt; seit Mitte des vorigen Jahres läuft der Verkauf über rund 50 Fachhandelsgeschäfte. Bis Februar 1979 konnten etwa 4000 Stück der 8-K-Version verkauft werden. Mit der Aufnahme der Produktion im neuen Werk in Santa Clara/USA können die benötigten Stückzahlen rationeller als bisher gefertigt werden; dies hatte nun im Februar eine Preissenkung von etwa 22% zur Folge. Auch die 4-K-Version wird nun ausgeliefert.

CBM 3001 – die neue Computergeneration, mit der Commodore in den professionellen Markt vorstoßen will

Woran es bisher beim PET fehlte, ist jedem, der sich mit dem Gedanken einer Anschaffung trug, hinreichend bekannt: Es gab (und gibt) keine passende Hard- und Software von Commodore. Dies soll nun endgültig anders werden, versprach Harald Speyer, General-Manager der deutschen Niederlassung.

Nachdem man ein Jahr lang beim Drucker aufs falsche Pferd gesetzt hatte, werden heuer gleich drei Modelle vorgestellt: Ein sehr preisgünstiger elektrostatischer Drucker und zwei Matrixdrucker für Einzel- und Endlospapiertransport. Ebenso soll ein Diskettenlaufwerk mit einer Kapazität von 170 KByte auf den Markt kommen. Für die 8-K-Version soll eine Standardtastatur angeboten werden (endlich...).

Neu und speziell für den professionellen Markt zugeschnitten ist der Computer CBM 3001, den es zukünftig als 16- oder 32-KByte-Version geben wird. Der CBM 3001 ist soft- und hardwarekompatibel zum PET 2001; für den Betrieb des Diskettendoppellaufwerks sind allerdings andere ROMs erforderlich. Als „intelligentes Laufwerk" benötigt die Floppy-Disk keinen Speicherplatz im Benutzer–RAM des 3001. Auf den zwei Standard-Disks können insgesamt 360 KByte gespeichert werden. Zusammen mit einem Fortran-Compiler will man hier in neue Märkte vorstoßen. Standard-Software soll (und muß) dann natürlich ebenso angeboten werden.

Bleibt nur zu hoffen, daß aus den anläßlich einer Pressekonferenz am 22. 2. vorgestellten Mustergeräten (ein Drukker CBM 3022, ein Computer CBM 3001 und ein Floppy-Disk-Doppellaufwerk CBM 3040) in absehbarer Zeit lieferbare Einheiten werden.

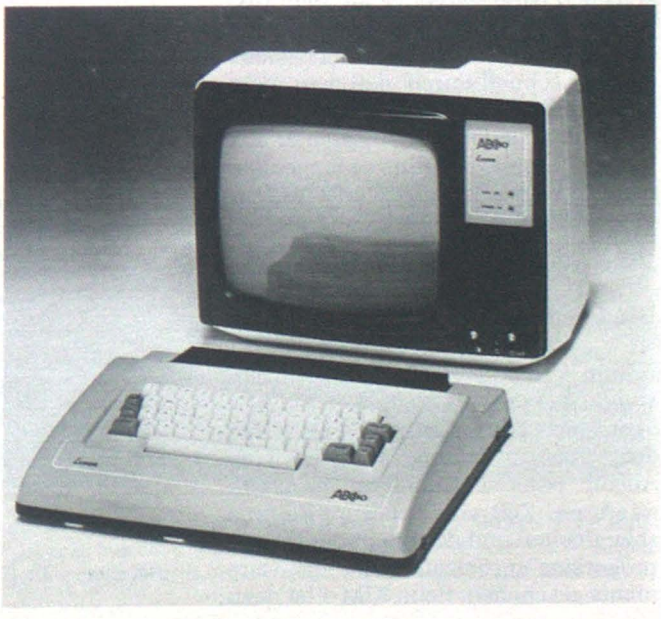
Nachdem mittlerweile der Name PET von einer anderen Firma gesetzlich geschützt wurde, heißt der „PET" übrigens ab sofort „Personal Electric Transactor". –yr

Europa-Heimcomputer

Ab April wird von der schwedischen Firma Luxor, die übrigens am 2. Februar für den symbolischen Preis von einer Krone in Staatsbesitz überging, erstmals ein Heimcomputer lieferbar sein, der auch die Umlaute ä, ö und ü enthält – selbstverständlich in Groß- und Kleinschreibung. Das Gerät arbeitet, wie der TRS-80, mit der CPU Z 80, und heißt „ABC 80". Derzeit existieren noch keine festen Vorstellungen über Vertriebswege, vielmehr ist zunächst nur an Direktvertrieb gedacht.

Der ABC-80 wird in der Grundausstattung (ca. 3200 DM) mit 16 KByte ROM, 16 KByte RAM, einem speziellen, gesteuerten Kassettenrecorder und einem Schwarzweiß-Monitor geliefert (*Bild*). Er läßt sich in BASIC programmieren, mit den Befehlen PEEK und POKE können auch Programme in der Z-80-Maschinensprache eingegeben werden. Der Zeichensatz orientiert sich sehr an „Bildschirmtext", und daher läßt sich dieser Heimcomputer auch für den Zugriff auf die Zentralcomputer der Postverwaltungen einsetzen.

Die Entwicklung des Systems geschah durch die schwedische Firma Databoard, die – allerdings zu eher professionellen Preisen – bereits sehr viel Peripherie für den ABC-80 anbietet. Ein Drucker und eine Mini-Floppy-Einheit zu Preisen, die auch für den Hobbyisten interessant sind, sollen im Herbst auf den Markt kommen.



Der erste Heimcomputer mit ä, ö und ü – nur das Zeichen „ß" fehlt noch, und gegenüber der deutschen Tastatur sind Y und Z vertauscht

ASCII-Eingabe –

so ganz nebenbei

Mikrocomputer sind leider die meiste Zeit ihres Daseins damit beschäftigt, darauf zu warten, bis irgendein verarbeitungswürdiges Ereignis eintrifft, z. B. bis der Benutzer ein paar Buchstaben auf seiner Terminal-Tastatur eintippt. Daß man diese Eingabe von ASCII-Zeichen nicht zur Hauptbeschäftigung eines Mikroprozessors machen muß, zeigt das folgende Beispiel.

Die in diesem Beitrag besprochenen Programm-Routinen entstanden aus dem Wunsch, seriell eintreffende ASCII-Zeichen als einfaches Siebensegment-Alphabet auf dem sechsstelligen Display des Mikrocomputers KIM-1 darzustellen. Die Buchstaben sehen dabei zwar etwas seltsam aus, sind aber dennoch gut lesbar. Eine Anzeigeroutine für dieses Siebensegment-Alphabet wurde bereits im HOBBYCOMPUTER-Sonderheft des Franzis-Verlages abgedruckt.

Kettet man in einem Einfachst-Programm die KIM-ROM-Empfangsroutine „GETCH" und das erwähnte Siebensegment-Programm nebst einer einfachen Routine zum Verschieben der Zeichen auf dem Display aneinander, so ist der „Erfolg" deprimierend: Das Siebensegment-Display blitzt nur nach dem Empfang jeden ASCII-Zeichens kurz auf und bleibt dann wieder dunkel, da ja der Prozessor völlig damit beschäftigt ist, auf das Start-Bit des nächsten Zeichens zu warten. Bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten, wie etwa 600 Baud (bit/s), ist auf dem Display zwar schon etwas zu erkennen, aber erstens laufen die Buchstaben dann so schnell durch, daß man nicht mehr mitlesen kann, und zweitens treten auch noch Übertragungsfehler auf, weil die Display-Routine so lange dauert, daß bis zu ihrem Ende der Anfang des nächsten Zeichens bereits verpaßt wurde. So funktioniert es also nicht!

Die Lösung: Der Timer-Interrupt

Zum Glück verfügen viele Mikrocomputersysteme, auch der KIM-1, über einen taktgesteuerten Timer, der den Prozessor veranlassen kann, nach Ablauf einer bestimmten, programmierbaren Zeit eine Interrupt-Routine abzuarbeiten und danach in das Hauptprogramm zurückzukehren, als wäre nichts geschehen. Beim KIM-1 ist dazu die Leitung PB7 (sie ist der Interrupt-Ausgang des Timers im IC 6530-003) mit der NMI-Leitung zu verbinden.

Der Timer gliedert sich intern in zwei Teile: einen Vorteiler, der den 1-MHz-Systemtakt durch 1, 8, 64 oder 1024 teilt, und den eigentlichen Timer, der aus einem achtstufigen Binärzähler besteht. Dieser Binärzähler läßt sich per Programm auf einen beliebigen Wert zwischen Null und 255 setzen und zählt von diesem Wert aus abwärts. Ist er bei Null angelangt, so wird – wenn dieses programmiert wurde – eine negative Flanke an PB7 erzeugt, die den Interrupt auslöst.

Bild 1 zeigt das Flußdiagramm für eine Interrupt-Routine, deren Aufgabe es ist, ein ASCII-Zeichen unabhängig von einem beliebigen parallellaufenden Hauptprogramm zu empfangen und in einen Buffer abzuspeichern. Dieser Buffer wird indirekt adressiert, nämlich durch die Zellen 00EB und 00EC, wobei 00EC den höherwertigen Adreßteil enthält und 00EB den niederwertigen. Ist ein Zeichen vollständig empfangen und ist sein Wert nicht 00, so wird der niederwertige Adreßteil um 1 erniedrigt und das Zeichen an die sich dadurch ergebende neue Buffer-Adresse abgespeichert.

Diese Methode ermöglicht es, bis zu 255 Zeichen vor einer weiteren Verarbeitung durch das Hauptprogramm zwischenzuspeichern; denn schließlich werden die Zeichen u. U. langsamer ausgewertet, als sie empfangen werden, wie dies auch in unserem Anwendungsbeispiel der Fall ist.

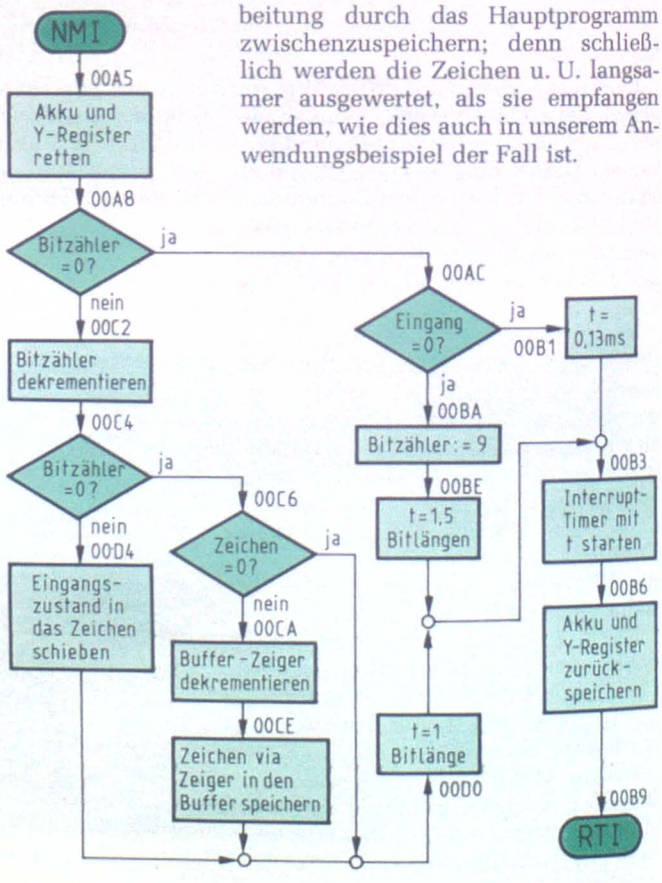


Bild 1. Flußdiagramm der Interrupt-Routine zum Empfang von seriellen ASCII-Zeichen und deren Abspeichern in einem indirekt adressierten Buffer

```
00A5 48       PHA
00A6 98       TYA
00A7 48       PHA
00A8 A5 E8    LDA E8
00AA D0 16    BNE 00C2
00AC 2C 40 17 BIT 1740
00AF 10 09    BPL 00BA
00B1 A9 02    LDA #02
00B3 8D 0E 17 STA 170E
00B6 68       PLA
00B7 A8       TAY
00B8 68       PLA
00B9 40       RTI
00BA A9 09    LDA #09
00BC 85 E8    STA E8
00BE A9 4D    LDA #4D
00C0 D0 F1    BNE 00B3
00C2 C6 E8    DEC E8
00C4 D0 0E    BNE 00D4
00C6 A5 EA    LDA EA
00C8 F0 06    BEQ 00D0
00CA C6 EB    DEC EB
00CC A0 00    LDY #00
00CE 91 EB    STA (EB),Y
00D0 A9 34    LDA #34
00D2 D0 DF    BNE 00B3
00D4 18       CLC
00D5 2C 40 17 BIT 1740
00D8 10 01    BPL 00DB
00DA 38       SEC
00DB 66 EA    ROR EA
00DD 18       CLC
00DE 90 F0    BCC 00D0
```

Bild 2. 6502-Programm als Interrupt-Routine entsprechend Bild 1

```
0000 A9 00 8D FB 17 A9 A5 8D FA 17 A2 08 A9 03 95 E6
0010 CA 10 FB 8E 0E 17 A9 7F 8D 41 17 A2 09 A0 06 84
0020 FC 98 18 65 ED 85 E6 A0 00 B1 E6 A8 C0 30 90 04
0030 C0 5B 90 02 A0 2F B9 4A 00 A0 00 8C 40 17 8E 42
0040 17 8D 40 17 A0 7F 88 D0 FD E8 E8 A4 FC 88 D0 CF
0050 20 3D 1F D0 16 C6 E9 D0 BD A9 30 85 E9 A5 ED 38
0060 E5 EB C9 FF F0 B0 C6 ED 18 90 AB 20 6A 1F C9 15
0070 10 A4 4C 00 02 00 00 00 00 00 3F 06 5B 4F 66 6D
0080 7D 07 7F 6F 00 00 00 41 00 53 00 77 7C 58 5E 79
0090 71 3D 74 05 1E 78 38 37 54 5C 73 67 50 6D 31 3E
00A0 1C 7E 76 6E 5B

0200 A2 00 8E F3 17 8E 04 17 A2 EB 8E F2 17 09 80 A2
0210 29 DD 00 02 F0 03 E8 D0 F8 E8 BD 00 02 10 03 4C
0220 00 00 20 A0 1E D0 F2 F0 F6
```

Bild 3. Dieses Programm ergibt zusammen mit der Routine aus Bild 2 einen praktischen Terminal-Tester. Startadresse ist 0000; vergessen Sie nicht, die NMI-Leitung des KIM-1 mit dem Timer-Interrupt-Anschluß PB 7 zu verbinden

Das fertige Programm

Bild 2 zeigt den disassemblierten 6502-Maschinencode für die Interrupt-Routine. Es muß noch erwähnt werden, daß sie den Interrupt-Timer selbst wieder startet; zu Beginn des Hauptprogramms muß jedoch „künstlich" ein NMI-Interrupt erzeugt werden, um die Interrupt-Routine das erste Mal anzuspringen. Das Programm in *Bild 3* tut dies; und es tut noch einiges mehr: Da, wie schon erwähnt, bei hohen Übertragungsgeschwindigkeiten die auf dem Display von rechts nach links durchlaufenden Zeichen nicht mehr mitgelesen werden könnten, wird der Zeichenbuffer recht langsam ausgelesen, nämlich mit einer Geschwindigkeit von nur etwa 3 Zeichen pro Sekunde (die genaue Zeit läßt sich in der Zelle 005A in weiten Grenzen wählen). Der „Vorlauf" der Interrupt-Eingabe-Routine kann bis zu 255 Zeichen betragen. Der Zeichenbuffer wird dabei im Adressenbereich 0300...03FF aufgebaut. Da große Teile des Hauptprogramms dem schon erwähnten Programm zur Siebensegment-Anzeige von Buchstaben sehr ähneln, wurde es lediglich in hexadezimaler Form abgedruckt. (Ausgewertet werden alle ASCII-Zeichen mit Hex-Codes zwischen 30 und 5A.)

Neben seinem ursprünglichen Verwendungszweck, nämlich für ASCII-Amateurfunkfernschreiben, läßt sich das Programm auch recht gut für den Test von Terminals und UART-Schaltungen einsetzen. Dabei lassen sich praktisch alle üblichen Übertragungsgeschwindigkeiten einstellen, wie aus *Tabelle 1* hervorgeht.

Jetzt fehlt uns für diesen Verwendungszweck also nur noch eine einfache Routine, die vorher programmierte Texte und Zeichenfolgen seriell ausgeben kann.

Das Sendeprogramm

Um auch fest programmierte Zeichenfolgen per Tastendruck über den seriellen ASCII-Anschluß des KIM senden zu können, ist im Adressenbereich 0200...0228 ein kleines Programm untergebracht, das mit Hilfe des KIM-ROM-Unterprogramms „OUTCH" Standardtexte ausgeben kann, die zwischen 0229 und 02FF stehen. Diese Standardtexte haben das Format

Tabelle 1: Wichtige Adressen im Programm

Zero-Page-Adressen
E6 Display-Zeiger L
E7 Display-Zeiger H
E8 Bit-Zähler
E9 Display-Verzögerung
EA Empfangenes Zeichen
EB NMI-Zeiger L
EC NMI-Zeiger H
ED Displ.-Zeiger-Index
FC Y-Zwischenspeicher
(Werden vom Programm gesetzt)

Geschwindigkeits-Einstellung

Baud▶	110	300	600
00BF	D4	4D	26
00D1	8E	34	1A
0201	02	00	00
0209	7D	EB	73

Tabelle 2: Hex-Code der ASCII-Zeichen

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENG	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	VS
2	SP	!	"	#	$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	∅	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	↑	_
6		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	'	}	~	DEL

Die waagrechten Ziffern stellen das niederwertige, die senkrechten das höherwertige Halbbyte dar; das Zeichen „e" ist z. B. hex 65. Die wichtigsten Steuerzeichen sind: CR = Wagenrücklauf (Carriage Return), LF = neue Zeile (Line Feed), BS = Cursor rückwärts (Back Space), SP = Leerraum (Space).

ID Text ID Text ID Text...FF.
ID ist dabei eine Hexzahl zwischen 80 und FE. Sie errechnet sich aus der Summe von 80 und dem Hex-Code derjenigen KIM-Taste, der der jeweilige Text zugeordnet werden soll. Das Byte FF sagt dem Computer, daß die Texttabelle hier zu Ende ist. Der Text selbst ist mit einer ASCII-Tabelle zu programmieren (*Tabelle 2*).

Das gewählte Format hat den Vorzug, daß zum Aufrufen des gewünschten Textes nicht die absolute Adresse dieses Textes bekannt sein muß. Das Auffinden geschieht vielmehr über eine Marke ID (Label). Eventuelle Änderungen der Texttabelle werden damit besonders einfach. *Herwig Feichtinger*

TRS-80
Viel Computer für wenig Geld

Heute, zwei Jahre nach ihrer Ankündigung, sind es immer noch zwei Geräte, die den Markt der betriebsfertigen Heimcomputer beherrschen: der PET 2001 von Commodore und der TRS-80 von Radio Shack (Tandy). Während der PET Vorteile im Hinblick auf Laborautomatisierung und automatische Meßwertverarbeitung aufweist (IEC-Bus), wird man den TRS-80 vorziehen, wenn man den Blick auf kleinere EDV-Projekte richtet.

Mit dem sehr leistungsfähigen Level-II-BASIC (Befehlssatz siehe *Tabelle*), 4 KByte RAM, 12-Zoll-Monitor, Kassettenrecorder und Netzteil kostet der TRS-80 rund 2100 DM. Die Tastatur entspricht etwa der einer Schreibmaschine, d. h. es ist keine unerträgliche Zumutung, wenn man z. B. über längere Zeit Daten eingeben muß. Im selben Gehäuse wie die Tastatur ist auch der komplette Computer mit der Logik für die Monitor-Ansteuerung untergebracht. Über einen Leiterplattenstecker an der Rückseite des Gerätes sind sämtliche wichtigen Signale der Z80-CPU herausgeführt. Hier wird eine sogenannte Erweiterungs-Box angeschlossen, mit deren Hilfe man die RAM-Kapazität auf insgesamt 48 KByte (im Grundgerät 16 KByte möglich) erweitern kann. Außerdem ist diese Box Voraussetzung für den Anschluß eines zweiten Kassettenrecorders, eines Mini-Floppy-Disk-Laufwerks (bis zu vier möglich) oder eines Druckers. Wer sich in der Schaltungstechnik von Mikroprozessoren etwas auskennt, der kann an den Erweiterungsstecker aber auch einen Peripherie-Baustein (PIO, PIA oder ähnliches) anschließen, um Ein/Ausgabe-Kanäle zur Verfügung zu haben. Bedauerlich ist, daß man in der Grundausführung ohne zusätzlichen Aufwand keine externen Einheiten oder Schaltungen steuern kann.

Der gesamte Computer ist so ausgelegt, daß die CPU alle Aufgaben übernimmt, die man ihr zumuten kann. Diesem Konzept, das natürlich aus Preisgründen gewählt wurde, ist z. B. eine genormte serielle Schnittstelle (RS232, erst mit Erweiterungs-Box möglich) zum Opfer gefallen, die den Datenaustausch mit Geräten anderer Hersteller ermöglichen würde (der Grund ist die parallele Abfrage der Tastatur). Zusätzlich muß der Mikroprozessor Teile der Video-Interface-Logik übernehmen, und er läuft „nur" mit einer Taktfrequenz von 2 MHz, obwohl 4 MHz beim Z80 möglich wären. Das alles trägt dazu bei, daß das TRS-80-BASIC nicht zu den schnellsten gehört. Trotzdem ergab der Vergleich mit einem 6800-BASIC, daß der TRS-80 Sinusberechnungen etwa um den Faktor 9 schneller ausführt.

Der TRS-80 ist inzwischen zum meistverkauften „Personal Computer" geworden

Auffallend im Befehlssatz sind einerseits sehr leistungsfähige Editierbefehle, die das Arbeiten mit dem Computer wesentlich erleichtern, andererseits Grafikbefehle, mit denen man Einzelpunkte setzen, löschen und abfragen kann. Der Bildschirm faßt im Normalbetrieb 16 Zeilen zu 64 Zeichen, im Grafik-Modus können 128 Punkte horizontal und 48 Punkte vertikal aufgelöst werden; die Position wird in einem X-Y-Koordinatensystem angegeben. Mathematisch orientierte Anwender werden das einem Satz von Sonderzeichen mit geringerer Auflösung vorziehen.

Für den späteren Anschluß des Floppy-Disk-Laufwerkes, zu dem es ein Disketten-Betriebssystem gibt, sind bereits die entsprechenden Befehle vorhanden. In beschränktem Maße lassen sich auch mit dem Kassettenrecorder Dateien aufbauen.

Ein Wort noch zu Problemen, die beim Betrieb auftauchen: Mitunter gibt es Schwierigkeiten mit Fertigkassetten, die man inzwischen in großer Zahl erwerben kann. Das liegt im allgemeinen daran, daß die Kopfstellung des Aufnahmegerätes mit der des eigenen Recorders nicht übereinstimmt. Es emp-

fiehlt sich, die Justierschraube für die Kopfverstellung zugänglich zu machen und dann auf beste Höhenwiedergabe abzugleichen. Mit dieser Methode war beim Verfasser bisher jedes Programm lesbar.

Ein weiteres Problem läßt sich leider nicht so einfach beheben: Bei längerem Betrieb (1...2 Std.) machen plötzlich verschiedene Speicher nicht mehr mit. Die Folge ist, daß man das Gerät abschalten muß und erst wieder weitermachen kann, wenn die Chips abgekühlt sind. Ein typisches Wärmeproblem, das sich nur durch gute Entlüftung umgehen läßt. Ähnliche Effekte sind uns auch vom PET bekannt. Man sollte sich von diesen Unzulänglichkeiten aber nicht zu sehr zur Kritik verleiten lassen: Es ist und bleibt eine erstaunliche Tatsache, daß man diese Leistung zu einem derart geringen Preis bekommt. *Rudolf Hofer*

µC-Nachrichten

Ein 8-KByte-BASIC für den Mikrocomputer **SYM-1** ist von Electronic 2000 (München) zu haben, und zwar in Form zweier ROM-ICs, die in zwei der SYM-Leersockel passen und den Adressenbereich C000...DFFF belegen. Als Arbeitsspeicher wird der Adressenbereich ab 0200 verwendet. Das Komplettsystem SYM-1 mit dem Videointerface KTM-2 und den BASIC-ROMs kostet dann etwa 2300 DM. Der BASIC-Befehlsvorrat entspricht weitgehend dem PET 2001, die Ausgabegenauigkeit beträgt 8 Stellen.

□

Auch **Siemens** plant, in den Heimcomputer-Bereich vorzudringen und entwickelt derzeit ein System mit dem Mikroprozessor 6502. Dies ist besonders deshalb interessant, weil Siemens damit von der sonst vertretenen Intel-Produktgruppe abweicht und einen „fremden" Prozessor einsetzt.

□

Das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover führt nun offiziell den neuen Elektronik-**Fachlehrgang** IV C „Mikrocomputer" durch. Am 15. Januar hatten bereits 15 Schulungsstätten ihre Anerkennung für diesen Fachlehrgang erhalten, deren Adressen beim Heinz-Piest-Institut, Wilhelm-Busch-Straße 18, 3000 Hannover 1, zu erfragen sind.

Tabelle: Befehle und Eigenschaften von Level-II-BASIC

Variablen-Typen

$	String (0...255 Zeichen)
%	Integer (–32768 to 32767)
!	Einfache Genauigkeit (6 Stellen angezeigt)
#	Doppelte Genauigkeit (16 Stellen angezeigt)

Arithmetische Funktionen

ABS	PEEK
ATN	POINT
CDBL	POS
COBL	RANDOMIZE
CINT	RND
COS	SGN
CSNG	SIN
ERL	SPC
ERR	SQR
EXP	TAB
FIX	TAN
MEM	USR
INP	VARPTR
INT	
LOG	

Programm-Befehle

CMD	GOSUB	POKE
DEFDBL	GOTO	REM
DEFINT	IF	RESET
DEFSNG	LET	RESTORE
DEFSTR	NEXT	RESUME
DIM	ON ERROR GOTO	RETURN
END	ON...GOTO	SET
ERROR	ON...GOSUB	STOP
FOR	OUT	

Ein/Ausgabe-Befehle

INPUT	DATA	CLOAD	PRINT #
PRINT	SET	CSAVE	INPUT #
READ	RESET	INKEY $	PRINT USING

Kommandos

CLEAR	DELETE	LIST	NEW	TROFF
CONT	EDIT	LLIST	RUN	TRON

String-Funktionen

ASC	MID$
CHR$	RIGHT$
LEFT$	STR$
LEN	VAL

Disk-Befehle

E/A-Befehle		E/A-Funktionen	
CLOSE	LSET	CVD	LOF
DATA	OPEN	CVI	MKD$
FIELD	PRINT	CVS	MKI$
GET	PUT	EOF	MKS$
KILL	RESET	LOC	

Spezielle TRS-80-Befehle

SET	POINT	CLOAD	RANDOMIZE
RESET	INKEY	CSAVE	CMD

Editier-Befehle

A – Gehe zum Zeilenanfang
nC – n Zeichen ändern
nD – n Zeichen löschen
E – Ende des Editiervorgangs
H„Text" – Rest der Zeile löschen und „Text" einfügen
I„Text" – „Text" einfügen
L – Rest der Zeile drucken und zum Zeilenanfang gehen
Q – Alle Änderungen ignorieren
und einige andere

Programm zur Spulenberechnung mit dem TI-59

Bei der Dimensionierung von Spulen greift der Hf-Techniker meist eher zum Lötkolben als zum Taschenrechner – das Umrechnen von Induktivitätswerten in Windungszahlen ist denkbar kompliziert. Programmierbare Taschenrechner machen daraus allerdings ein Kinderspiel; das Programm selbst ist gegen Einsenden einer leeren Magnetkarte oder auch in Form von Drucker-Auflistungen von der FUNKSCHAU-Redaktion (Postfach 370120, 8000 München 37) erhältlich. Das Problem der Spulenberechnung reduziert

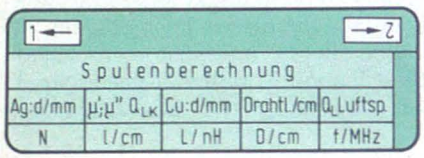


Bild 1. Gegen Einsendung eines frankierten Rückumschlages erhalten Sie das TI-59-Programm zur Spulenberechnung

sich dadurch auf das Einschieben einer Magnetkarte in den Rechnerschlitz (*Bild 1*). Die gesuchte Größe N, l, L oder D wird einfach Null gesetzt. Nach Eingabe von d, µ' und µ'' sowie nach Anzeige von µ'' muß R/S gedrückt werden.

Das Programm eignet sich für einlagige Zylinderspulen mit oder ohne Kern. Folgende Berechnungen sind möglich:

- Errechnen der Induktivität einer Spule bekannter Windungszahl und bekannter Abmessungen.
- Für eine gewünschte Induktivität kann – bei bekannten Spulenkörper-Abmessungen – die notwendige Windungszahl berechnet werden.
- Berechnung der Spulendaten bei gegebener Induktivität für ein bestimmtes Platinen-Raster.

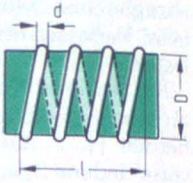
Induktivität, Windungszahl, Spulenlänge und Spulendurchmesser berechnen sich nach folgenden Gleichungen:

$$L = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{l + 0{,}45\,D - 0{,}003\,\frac{D^2}{l}}\ [\text{nH}]$$

$$N = \sqrt{\frac{L}{D^2 \cdot \pi^2}\left(l + 0{,}45\,D - \frac{0{,}003 \cdot D}{l}\right)}$$

$$l_{Sp} = -0{,}5\left(0{,}45\,D - \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{L}\right) + \sqrt{\left(0{,}5\,(0{,}45 \cdot D - \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{L})\right)^2 + 0{,}003 \cdot D^2}\ [\text{cm}]$$

Bild 2. ▶ Mechanische Abmessungen der Spule



$$D = \frac{0{,}45 \cdot 0{,}5 \cdot L}{\pi^2 \cdot N^2 \cdot 0{,}003\,\frac{L}{l}} + \sqrt{\left(\frac{0{,}45 \cdot 0{,}5 \cdot L}{\pi^2 \cdot N^2 \cdot 0{,}003\frac{L}{l}}\right)^2 + \frac{L \cdot l}{\pi^2 \cdot N^2 - 0{,}003\,\frac{L}{l}}}\ [\text{cm}]$$

Dabei ist
N = Windungszahl,
l_{Sp} = Spulenlänge in cm,
D = Spulendurchmesser in cm,
L = Induktivität in nH,
l_D = benötigte Drahtlänge cm,
d = Drahtdurchmesser in mm,
δ = Eindringtiefe in µm,
α = spez. Widerstand,
A' = äquivalente Stromfläche.

Darüber hinaus kann das Programm über nachstehende Formeln folgende Werte berechnen:

$$l_D = N \cdot \pi \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{N-1}\right)^2 \cdot D^2 + 1\ \text{cm}}$$

(1 für 2mal 0,5 cm Anschlußdrähte)

$$Q_{LL} = \frac{\omega L}{R_L}\text{, wobei } R_L = \frac{l_D}{\varkappa \cdot A'};$$

$$A' = \delta \cdot d \cdot \pi \text{ u. } \delta_{Cu} =$$

$$\frac{67}{\sqrt{f\ \text{MHz}}} \text{ bzw. } \delta_{Ag} = \frac{69{,}5}{\sqrt{f\ \text{MHz}}}$$

$$Q_{LK} = \frac{1}{\frac{R_L}{\mu' \cdot \omega \cdot L} + \frac{\mu''}{\mu'}}$$

Hierbei ist
Q_{LL} = Güte der Luftspule,
Q_{LK} = Güte der Spule mit Kern,
µ' = μ_{rel} des Kerns,
µ'' = Verlustbeiwert des Kerns.

Bild 2 zeigt, wie die Formelbuchstaben für die mechanischen Abmessungen der Spule zu verstehen sind.

Ing.(grad.) Fred H. Heller

16-bit-Bausatzsystem

Unter der Bezeichnung SDK-86 ist von Intel (Distributor: Alfred Neye-Enatechnik GmbH) ein „System-Design-Kit" als Bausatz lieferbar. Alles, was für das 8086-System benötigt wird, ist in dem Bausatz enthalten. Als Speicher werden 2 KByte des Intel-Bauelementes 2142 (stat. 4-K-RAM) verwendet, mit den dazugehörigen Sockeln, um die Kapazität zu verdoppeln. Es ist genügend Platz vorhanden für 8 KByte Programmspeicher. Zwei 4-K-ROM-residente Monitore für Tastatur oder Teletype/Datensichtgerät werden ebenfalls mitgeliefert.

Um den Umgang mit dem SDK-86 zu vereinfachen, sind verschiedene Möglichkeiten zur Ein- und Ausgabe vorgesehen. Ferner ist ein Kabel zusätzlich verfügbar, das das SDK-86 mit jedem Intellec-System verbindet.

Als Datenunterlagen werden das Assembly- und Users-Manual für SDK-86 sowie das „8086 Users/Manual" mitgeliefert.

Die auf der Platine befindliche LED-Anzeige umfaßt acht Siebensegment-Displays. 24 Tasten gestatten die Programmeingabe im Hexadezimal-Code. Für Kundenschaltungen steht auf der Platine eine frei verdrahtbare Wire-Wrap-Fläche zur Verfügung. Als Versorgungsspannungen werden 5 V (3,5 A) und 12 V (0,3 A) benötigt – letztere allerdings nur bei Anschluß eines ASCII-Fernschreibers. Dessen Baud-Rate kann 110...4800 Bd betragen.

Prof. Walter Bruch

36

Von der Tonwalze zur Bildplatte

100 Jahre Ton- und Bildspeicherung

Der Gewinner war jedoch die Firma Telefunken, denn sie besaß ein Patent ihres Mitarbeiters Dr. Heinz Lübeck, angemeldet schon am 20. Juni 1943 [101] mit einem nicht umgehbaren Schutzumfang. Dort steht nämlich u. a.: „...bei dem der Frequenzgang des Steuerorgans für den Rillenabstand dem Frequenzgang des die Rillenamplitude bestimmenden Aufzeichnungsorgans des Nadeltonträgers angepaßt ist." Danach waren alle Platten mit richtig gesteuertem Rillenabstand Telefunken lizenzpflichtig.

Der Zeitgewinn beim raumsparenden Schneiden ist am größten, wenn die Darbietung eine starke Dynamik besitzt. So gelang es beispielsweise mit dem Rheinschen Füllschriftverfahren unter Ausnutzung all seiner Erfindungen, auf einer Seite einer 33er-LP mit den üblichen Mikrorillen die Scheherazade von Rimsky-Korssakow mit einer Spieldauer von 40 Minuten unterzubringen, während die gleiche Plattenseite ohne Rillenverdichtung höchstens 24 Minuten Abspielzeit aufnehmen kann. Eine 45er-Platte kann mit mancher klassischen Musik bis 9 Minuten, mit moderner Tanzmusik allerdings nur mit 7 Minuten bespielt werden. Damit war die Entwicklung der *analogen* Schallplatte in bezug auf ihre Spielzeit abgeschlossen; Platten mit $8^1/_3$ U/min und $16^2/_3$ U/min, nur für Sprachaufzeichnungen, können wir vergessen.

Tabelle 2, entnommen [99], gibt einen Überblick über die Spielzeitgewinne bei monofonen Musikplatten.

Stereo vollendet die Schallplatte

Seit 20 Jahren sind Schallplatten eingeführt, die für die stereophone Wiedergabe in der Rille noch eine zweite Information haben. Damit hat die für die mechanisch-elektrische Wiedergabe bestimmte Schallplatte ein vorläufiges Endstadium erreicht. Über die 80 Jahre, die bis dahin seit Edisons erstem Phonographen vor 100 Jahren vergangen sind, wollte ich berichten, sie sind Geschichte. Von vielen einzelnen Erfindern, deren Leistungen diesen Entwicklungsabschnitt geprägt haben, durfte ich erzählen, was mir ohne tief nachzuforschen gerade einfiel.

Die Verfeinerung der Schallplattentechnik im Sinne von High-Fidelity hat danach eine große Zahl von Ingenieuren auf den Plan gerufen, von deren Leistungen manche auch in der Geschichte Bestand haben werden. Informieren Sie sich darüber, soweit sie sich nicht ohnehin täglich damit befassen, in der FUNKSCHAU, ganz besonders in den beiden Sonderheften „FUNKSCHAU-Spezial High-Fidelity". Wer sich mit der Technik etwas vertraut machen will und weitere Literaturnachweise sucht, dem empfehle ich das für eine Einführung ganz besonders geeignete Buch aus dem Franzis-Verlag „Phonotechnik ohne Ballast" von Günther Fellbaum und Wolfgang Loos.

Die durch Schallplatte, Rundfunk und Tonband schon fast alltäglich gewordene Geschichte der Stereophonie ist etwa so alt wie der Phonograph; die Erkenntnisse, wie das Richtungshören funktioniert, sind nicht viel älter. Noch 1838 hatte der Schotte Alexander Bain, bekanntgeworden als einer der ersten Erfinder einer Bildübertragungseinrichtung, allen Ernstes bestritten, daß unser beidohriges Gehörsystem bei der Schallokalisation eine Rolle spielt. Damit hatte er den deutschen Physiologen Ernst Weber herausgefordert, der mittels einfacher Experimente, bei denen er sich zweier Uhren bediente, eindeutig das Gegenteil bewies.

Aber erst Lord John Rayleigh, Nobelpreisträger von 1904, blieb es vorbehalten, in eindeutigen Experimenten den Nachweis zu führen, daß der Abstand unserer Ohren primär für die Möglichkeit der Ortung einer Schallquelle verantwortlich ist. Diese Tatsache hatte – ohne physikalische Kenntnisse – der Erfinder des in *Bild 201* dargestellten Gerätes angewendet, der zur Ortung von Schallquellen die Basis seiner Ohren durch zwei gespreizte Schallempfänger vergrößert hatte.

Rayleigh stellte sich mit geschlossenen Augen auf eine Rasenfläche inmitten eines Kreises seiner Assistenten, von denen jeder eine Stimmgabel als Tonquelle in der Hand hielt. Er konnte die Richtung jedes angeschlagenen Tones einigermaßen genau bestimmen, wenn er beidohrig hörte. Einen direkt hinter ihm angeschlagenen Ton konnte er jedoch nicht von einem direkt von vorn kommenden unterscheiden. Er fand – und das wird noch für uns wichtig werden –, daß die Ortung eines Tones tiefer Frequenz viel schwieriger ist als die eines von höherer Frequenz. Weiterhin stellte er fest, daß dem Ohr,

Tabelle 2. Spielzeitgewinne bei monfonen Platten [99]

			Spieldauer				
			78 U/min		45 U/min	$33^1/_3$ U/min	
	Rillen/ Zoll	Rillen/ cm	Platten-Ø 25 cm	30 cm	Platten-Ø 17 cm	Platten-Ø 25 cm	30 cm
Normalrillen (Rillenbreite 100...140 µm)							
normaler Schnitt	96	38	3,5 min	4,8 min	–	–	–
engster Schnitt	106	42	3,8 min	5,2 min	–	–	–
Mikrorillen (Rillenbreite 50...70 µm)							
normaler Schnitt	218	86	–	–	5,5 min	15,5 min	22 min
engster Schnitt	241	95	–	–	6 min	17 min	24,3 min
Teldec-Füllschrift (Rillenbreite 50...140 µm)							
	–	–	7 min	9,5 min	9 min	26 min	40 min

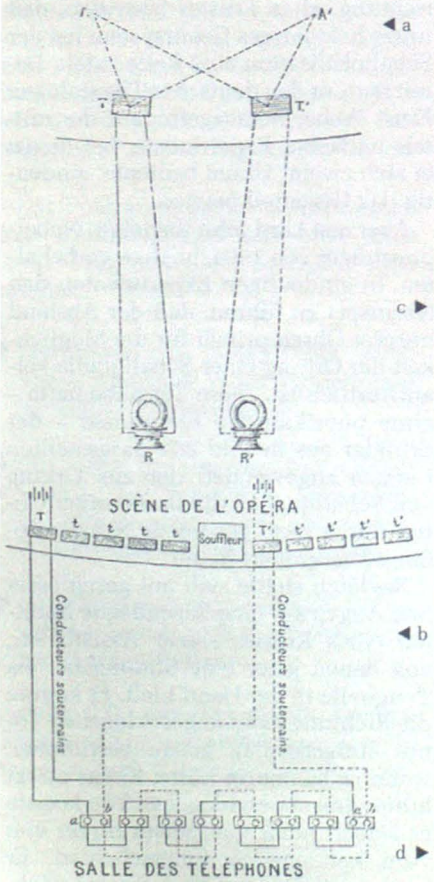
das der Richtung der Schallquelle mehr zugewendet ist, der Schall mit mehr Intensität zugeführt wird als dem Ohr, das in der Richtung mehr von der Schallquelle abgewendet ist. Und das war nun seine erste Theorie: Die Lokalisierung eines Schalles wird bestimmt durch die unterschiedliche Intensität, mit der er beide Ohren erreicht. Man spricht, weil dies für den Stereoeindruck vornehmlich maßgebend ist, hierbei von „Intensitätsstereophonie". Später mußte Rayleigh erkennen, daß dies nur bei den höheren Frequenzen, so etwa oberhalb von 400 Hz, zutrifft, während bei den tieferen Frequenzen die unterschiedliche Phasenlage, mit denen eine Schallfrequenz beide Ohren erreicht, bei der Lokalisierung mithilft.

Bild 201. Zur akustischen Schallokalisation hatte man bereits 1880 die Basis der Ohren durch ein Gerät vergrößert, das den Namen „Topophon" erhielt. Dieses patentierte Gerät sollte es den Kapitänen erlauben, im Nebel die Richtung exakt zu bestimmen, in der sich ein anderes, mit seinem Nebelhorn tutendes Schiff befand

Bei den höheren Frequenzen, die symmetrisch vor dem Hörer auseinandergespreizt sind, werden zwei Schallquellen als aus der Mitte kommend geortet, wenn sie auf beide Ohren mit gleicher Intensität fallen. Bei der stereophonen Wiedergabe läßt sich mit dem Balanceregler – allein durch Veränderung des Intensitätsverhältnisses des von beiden Lautsprechern kommenden Schalls – die Mitte verschieben, und zwar um so besser, je weniger auf tiefe Frequenzen geachtet wird, denn deren Ortung wird durch das Phasenverhältnis bestimmt. Wie weit bei der elektronischen Aufnahme die Mikrofone voneinander entfernt sein sollen, ist eine Wissenschaft für sich. Anfangs, und nicht für die Knüppel- oder Ping-Pong-Stereophonie, benutzte man einen sogenannten Kunstkopf, der an der Stelle der Ohren zwei Mikrofone hatte; für Spezialeffekte spielt er heute wieder eine Rolle.

Die elektronische Stereophonie läßt sich auf das Jahr 1881 zurückführen [102]; sie ist also nur vier Jahre jünger als der Phonograph! Mit Wirkung vom 30. August 1881 patentierte das Kaiserliche Patentamt dem Pariser Ingenieur Clément Ader ein Verfahren, das er „Neuerungen an Telefonanlagen für Theater" nennt. Es beschreibt, eine Einrichtung für die direkte Übertragung von der Bühne zum Fernsprechteilnehmer in allen Einzelheiten (*Bild 202*).

(Fortsetzung folgt)



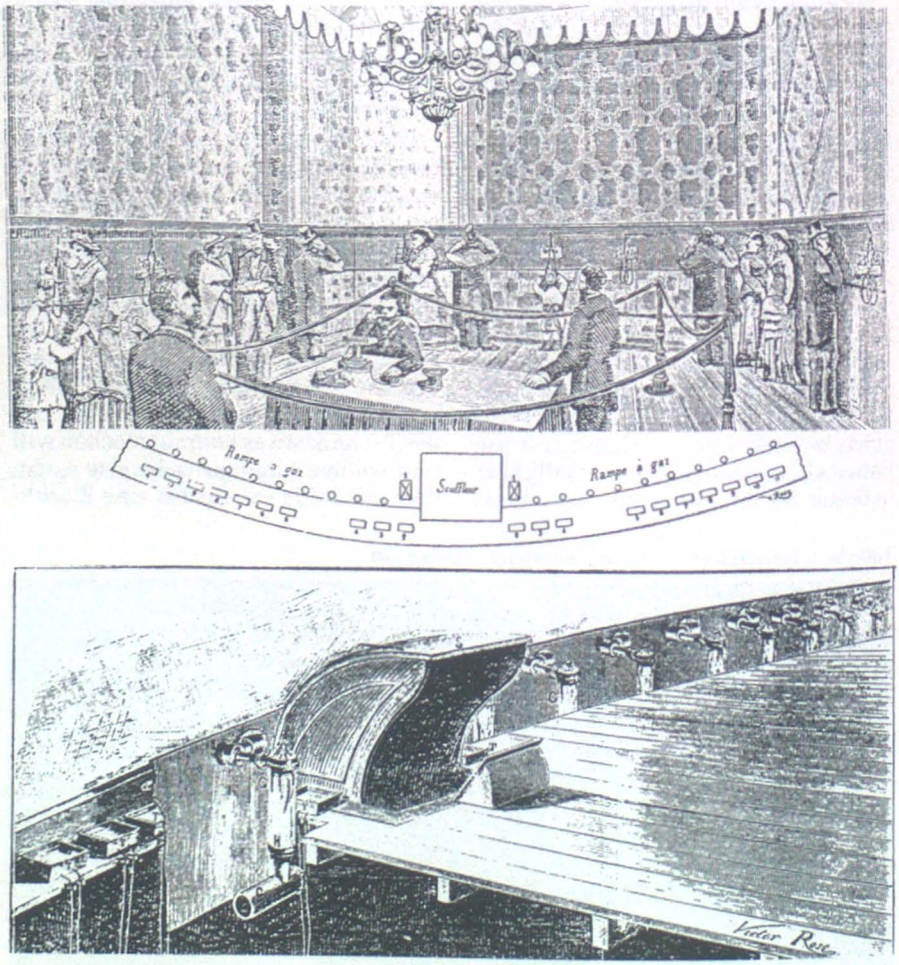


Bild 202. Es ist kaum zu glauben, schon 1881, also bereits vier Jahre nach Edisons Erfindung eines Kohlemikrofons, wurde von C. Ader mit ähnlichen Mikrofonen eine zweikanalige Übertragung aus der Pariser Oper *in Stereo* zur „Exposition Internationale d'Electricité" durchgeführt. a), b) Prinzip (T und T' sind die beiden Mikrofone, R und R' sind die Hörer für die beiden Ohren, t, t' = Mikrofone für monaurale Übertragungen; c) der Saal auf der Ausstellung; d) Anordnung der Mikrofone (T) auf der Bühne (links und rechts neben dem Soufleur-Kasten) vor der Gasbeleuchtung (G). Die Mikrofone liegen zum Schutz vor Trittschall in Sandkästchen, eine Art Vorwegnahme des Marmorblockmikrofons von Reisz

Reinhard Wiesemann

Alarmzentrale – preisgünstig und doch komfortabel

Die hier vorgestellte Alarmzentrale kann mit beliebig vielen Ruhekontakt-Alarmschaltern verbunden werden, die an Türen oder Fenstern angebracht sein können. Die Alarmabgabe beschränkt sich auf etwa 90 Sekunden. Die Bedienung erfolgt über einen Schlüsselschalter, wobei für das Ein- und Ausschalten Verzögerungszeiten wirksam sind.

Alarmanlagen bestehen im allgemeinen aus drei Komponenten: den Alarmmeldern (z. B. Ultraschallbewegungsmelder, Lichtschranken, Kontakte, die an Türen, Fenstern usw. angebracht werden), der Zentrale und einem oder mehreren Alarmgebern (Sirenen, Blinklichter u. ä.). Dabei übernimmt die Zentrale die gesamte Steuerung der Anlage und muß dazu, wenn es sich um eine auch nur halbwegs komfortable Anlage handelt, verschiedene Funktionen erfüllen, die sie oft zum kompliziertesten und teuersten Teil der gesamten Alarmanlage machen. Solche Zentralen sind schon mehrfach beschrieben worden – im Unterschied zu diesen meist sehr aufwendigen Geräten zeichnet sich die hier vorgestellte Anlage durch den ungewöhnlich einfachen und preiswerten Aufbau aus, der jedoch nicht auf Kosten der gebotenen Möglichkeiten geht.

Aufgaben einer Alarmzentrale

Die Zentrale wertet in einer Alarmanlage die von den Meldern kommenden Informationen aus und schaltet die Alarmgeber ein und aus. Sämtliche Alarmmelder sind dazu in einer Ruhestromschleife hintereinandergeschaltet – zur Alarmgabe muß dieser Ruhestromkreis durch mindestens einen Melder unterbrochen werden (*Bild 1*). Die Zentrale registriert, daß durch diese Unterbrechung kein Strom mehr fließt und schaltet den Alarmgeber ein, wenn sie selbst „scharfgeschaltet" ist (Alarmbereitschaft). Damit die lieben Nachbarn sich nicht tagelang an dem nun einsetzenden Sirenengeheul erfreuen müssen, begrenzt die Zentrale die Alarmgabe auf eine Zeit von etwa 90 s, in der ein Einbrecher wahrscheinlich das Weite gesucht haben wird. Außerdem wird die gesamte Anlage auch in der Zentrale ein- und ausgeschaltet. Dabei ist es bei der Bedienung des Geräts notwendig, daß sich die Anlage beim Scharfschalten nicht direkt einschaltet, so daß man während einer Verzögerungszeit die Möglichkeit hat, den geschützten Bereich ohne Alarm auszulösen zu verlassen (Einschaltverzögerung). Auch das Ausschalten der Anlage darf nicht sofort geschehen, da sonst ein Einbrecher die Möglichkeit hat, solange am dafür bestimmten Schloß zu probieren, bis er zum Erfolg gekommen ist. Die Ausschaltverzögerung bewirkt hier, daß auch dann, wenn der richtige Schlüssel steckt, die Anlage nicht sofort abgeschaltet wird – dadurch probiert der Eindringling weiter und merkt gar nicht, daß er den richtigen Schlüssel schon hatte.

Die Stromversorgung der Zentrale muß netzunabhängig sein, damit auch bei (beabsichtigtem oder zufälligem) Netzausfall eine Alarmgabe sichergestellt ist.

Die Schaltung

Bild 2 zeigt den kompletten Schaltplan einer Zentrale, die alle obengenannten Funktionen erfüllt. Die Stromversorgung erfolgt im Ruhezustand, wenn Netzstrom vorhanden und kein Alarm gegeben wird, durch ein kleines Steckernetzteil, wie es von Taschenrechnern her bekannt ist. Da die Anlage im Ruhezustand weniger als 2,5 mA verbraucht, reicht ein solches Netzteil aus. Als Notstromversorgung und bei Alarmgabe dient die eingezeichnete 9-V-Batterie. Sie wird nur dann entladen, wenn der Netzstrom ausfällt oder (weil die Sirene eingeschaltet ist) so viel Strom verbraucht würde, daß das kleine Steckernetzteil überlastet wäre. Die automatische Umschaltung zwischen beiden Spannungsquellen besorgen die Dioden D 2 und D 3. Sie bewirken, daß

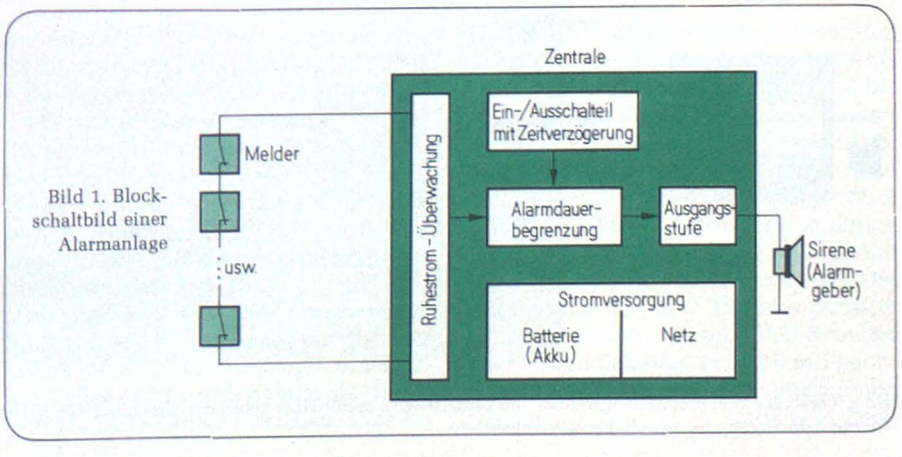


Bild 1. Blockschaltbild einer Alarmanlage

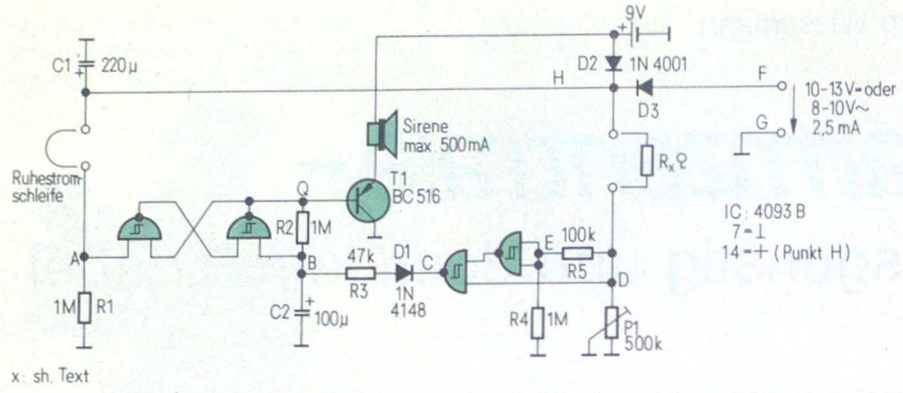


Bild 2. Der vollständige Schaltplan der Zentrale

zur Versorgung der Schaltung immer die Quelle herangezogen wird, die die größte Spannung liefert. Normalerweise ist dies der Netzadapter, sonst die Batterie. D 3 dient gleichzeitig als Gleichrichterdiode, wenn das Steckernetzteil einen Wechselspannungsausgang hat – in diesem Fall ist auch C 1 als Ladekondensator notwendig, sonst kann er entfallen.

Das eingesetzte IC beinhaltet vier NAND-Schmitt-Trigger, von denen zwei als RS-Flipflop geschaltet sind. Durch einen L-Pegel am Punkt A (Unterbrechung des Alarm-Kreises) wird, wenn Punkt B auf H liegt (Anlage eingeschaltet), der Ausgang Q zu L. Hieran ist der Ausgangstransistor T 1 geschaltet, der die Sirene treibt.

Der L-Pegel an Q bewirkt, daß C 2, der in dieser Schaltung als einziger zeitbestimmender Kondensator alle Verzögerungen aufbaut, über R 2 entladen wird (er war vorher geladen, da an Q nur dann L-Pegel erscheinen kann, wenn Punkt B auf H liegt). Sobald die Spannung an B unter die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers sinkt, wird die Sirene abgeschaltet, weil Q nun H wird. Damit kann C 2 wieder über R 2 langsam geladen werden und die Anlage ist bereit, einen neuen Alarm zu geben, wenn die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers an Punkt B überschritten ist. Liegt Punkt C auf L-Pegel (Anlage ist abgeschaltet), so wird C 2 über R 3 und D 1 entladen. R 3 bestimmt die Ausschaltverzögerung. Punkt C liegt dann auf L-Pegel, wenn die Spannung an Punkt D über der Schaltschwelle des Schmitt-Triggers und die an Punkt E darunter liegt.

Daher kann R_x hier die Funktion eines elektronischen Schlüssels übernehmen. Der Widerstand wird in einen kleinen Klinkenstecker eingebaut und P 1 so eingestellt, daß, wenn der richtige Widerstand steckt, an C ein L-Pegel vorliegt. Solange er steckt, ist die Anlage damit abgeschaltet. Im Gegensatz zu dem in Heft 1/1978 beschriebenen elektronischen Schloß, das auf dem gleichen Prinzip (Widerstand als Schlüssel) beruht, läßt sich der hier beschriebene Aufbau nicht mit einem Potentiometer überlisten, da vor dem Ausschalten eine relativ lange Verzögerungszeit vergeht. Für R_x sind Werte zwischen 1 kΩ und ca. 330 kΩ möglich – bei kleinen Werten (unter etwa 22 kΩ) ist es vorteilhaft, für P 1 einen 50-kΩ-Typ zu verwenden, da sonst das Einstellen dieses Trimmers zu kritisch ist. Je nachdem, wie klein R_x gewählt wird, muß man berücksichtigen, daß sich damit auch der Ruhestromverbrauch ändert und die angegebenen 2,5 mA überschreiten kann.

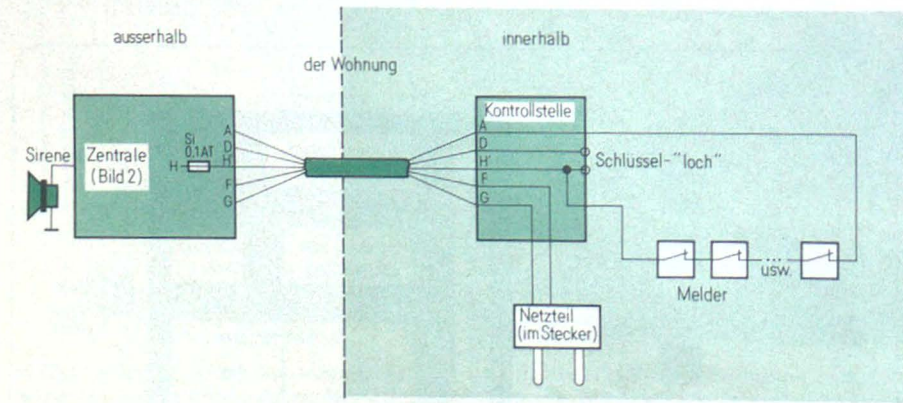


Bild 3. Vorschlag zum praktischen Aufbau. Die Zentrale wird unmittelbar neben der Sirene außerhalb der Wohnung an einem unzugänglichen Ort angebracht

Praktischer Aufbau

Da die Schaltung nur sehr wenige Bauteile benötigt, lohnt sich der Aufbau auf einer gedruckten Schaltung nicht. Hierfür eignen sich Lochrasterplatten wesentlich besser.

Durch die geringe Größe der Zentrale bietet es sich an, das Gerät in ein kleines Gehäuse einzubauen, das unmittelbar bei der Sirene untergebracht wird (dabei muß natürlich auf „wetterfesten" Aufbau des Gehäuses geachtet werden). Aus der Zentrale führt dann eine 5adrige Leitung in die Wohnung (*Bild 3*). Zwei Adern davon dienen dem Anschluß des Netzadapters (Punkte F und G), eine ist die gemeinsame positive Leitung (H) für den Alarmkreis und den „Schlüsselwiderstand", eine ist der andere Pol des Alarmkreises (Punkt A), und die letzte ist der andere Pol des Schlüssels (Punkt D). Alle Leitungen führen in der Wohnung in ein zweites, kleineres Gehäuse, das die Adern lediglich an Klinkensteckerbuchsen verteilt: eine für den Netzadapter, eine für den Alarmkreis und die letzte für den Schlüsselwiderstand. Durch diese „Kontrollstelle" ist die Zentrale vollständig fernsteuerbar und kann daher auch an unzugänglichen Stellen, z. B. auf dem Dach des Hauses, angebracht werden. Das Kontrollgerät selbst muß nicht weiter (vor Zerstörung) geschützt werden – zerstört man die zu ihm führende Leitung, so wird die Anlage eingeschaltet (weil damit auch R_x abgeklemmt wurde), der Ruhestromkreis unterbrochen (führt zur Alarmgabe) und der Netzadapter vom Gerät getrennt (hat keine Folgen für die Funktionsweise, da die Zentrale sofort auf Batteriebetrieb umschaltet).

Bedienungshinweise

Die gesamte Bedienung der Anlage erfolgt über den Schlüsselschalter am Kontrollgerät – hierfür empfiehlt es sich, pro Familienmitglied einen Schlüssel anzufertigen. Solange ein Widerstands-Schlüssel steckt, ist die Anlage (nach der Ausschaltverzögerung) abgeschaltet. Wird der Schlüssel abgezogen, so hat man noch während der Einschaltverzögerung Zeit, den gesicherten Bereich zu verlassen. Danach sollte man im Interesse guter nachbarlicher Beziehungen davon Abstand nehmen, eine gesicherte Tür, Fenster

o. ä. zu öffnen, bevor die Anlage abgeschaltet wurde (man achte auf die Ausschaltverzögerung!). Vor dem Einschalten sollte man sich vergewissern, daß der Alarmkreis tatsächlich an keiner Stelle unterbrochen ist – sonst ertönt nach der Einschaltverzögerung Sirenengeheul. Als Abhilfe kann man im Kontrollgerät ein µA-Meter einbauen, das in den Alarmkreis geschaltet wird. Sobald alle Kontakte im Kreis geschlossen sind, schlägt der Zeiger aus (I ≈ 10 µA). ■

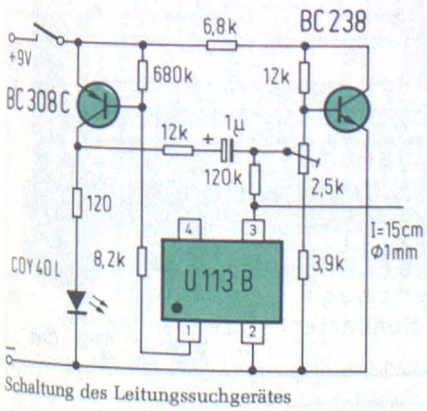
Einfaches Leitungssuchgerät

Der Berührungsschalter U 113B eignet sich vorzüglich zum Aufspüren von wechselspannungsführenden Leitungen. Durch den geringen Sensoreingangsstrom von weniger als 2 µA wird dabei eine große Empfindlichkeit erreicht. Die Ankopplung an das Wechselfeld, das eine stromdurchflossene Leitung umgibt, erfolgt über eine etwa 15 cm lange „Antenne".

Zusammen mit dem Transistor BC 308 arbeitet der U 113B als retriggerbares Monoflop. Der Transistor BC 238 dient als Referenzspannungsquelle; damit werden Spannungsschwankungen der Batterie kompensiert.

Nach dem Einschalten wird mit dem 2,5-kΩ-Potentiometer die maximale Empfindlichkeit eingestellt, d. h. die Leuchtdiode soll gerade noch nicht leuchten oder blinken; erst bei Annäherung an eine spannungsführende Leitung beginnt sie zu blinken. Durch Reduzieren der Ansprechempfindlichkeit läßt sich die Lage der Leitung genau orten. Die Empfindlichkeit ist am größten, wenn Leitung und Antenne zueinander parallel liegen.

(Nach Unterlagen der Fa. AEG-Telefunken)



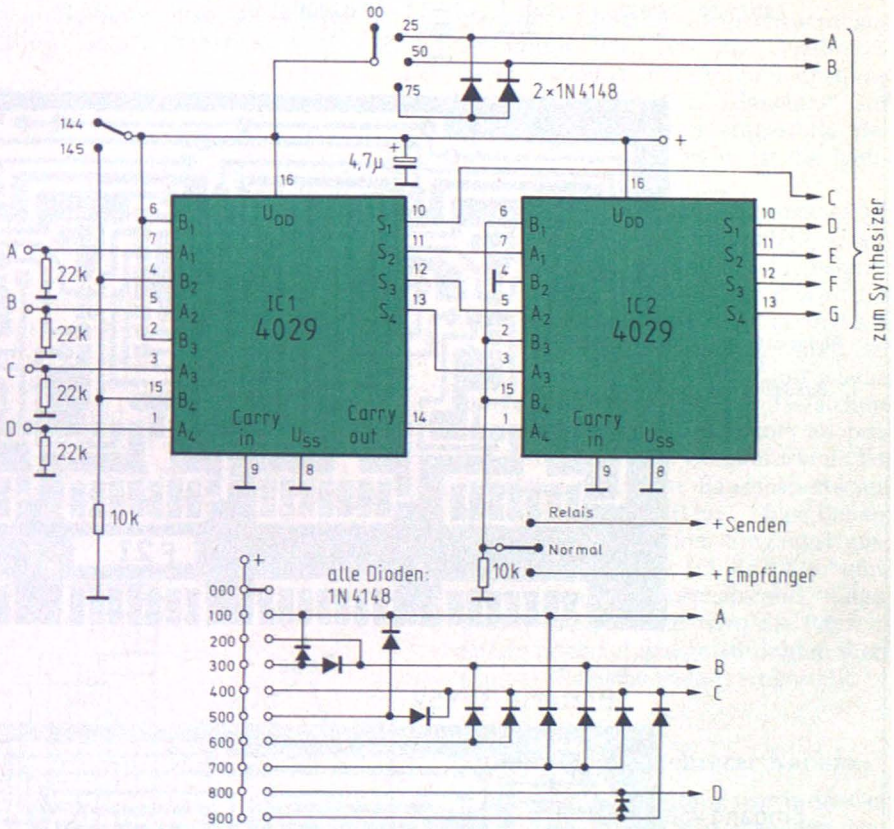
Schaltung des Leitungssuchgerätes

„Echte" Frequenzeinstellung beim 2-m-Synthesizer

In FUNKSCHAU 1976, Heft 18, und 1977, Heft 2, war ein 2-m-FM-Handfunksprechgerät mit 80-Kanal-Synthesizer als Bauanleitung beschrieben. Da die dort verwendete Schaltungstechnik immer noch aktuell ist, sei hier eine alternative Möglichkeit der Frequenzeinstellung beschrieben – die ursprünglich vorgesehenen BCD-Codierschalter ließen nur die Einstellung der Kanalnummern (20...99 entsprechend 144,0...145,975 MHz) zu. Das *Bild* zeigt eine Alternative:

Die Einstellung erfolgt mit drei Schaltern (10 Schritte à 100 kHz und vier Schritte zu 00, 25, 50 und 75 kHz. Wenn die Schalter mit entsprechenden, teilweise abgedeckten Skalen versehen werden, kann die eingestellte Frequenz direkt abgelesen werden. Für den Betrieb über Relais wurde nur eine feste Shift von 600 kHz vorgesehen, die auch invers möglich ist. Die programmierbaren Teiler 4029 werden dazu als Binärstatt als BCD-Zähler betrieben. Dies ermöglicht man durch Anschließen von Pin 9 an V_{DD} statt an V_{SS}. Man hat jetzt die Möglichkeit, an den insgesamt acht Programmeingängen A bis H 256 Kombinationen einzustellen. Da die höchste Kanalzahl im 2-m-Band 99 ist, wird Eingang H direkt geerdet. Die Eingänge A und B werden mit dem Schalter für die letzte Stelle aktiviert. Für die 100-kHz-Schritte werden in einem IC 4008 E + C = 20 zum eingestellten Schritt im Binärcorde, der den Stellen C bis F zugeordnet ist (entspr. 0, 4, 8 bis 28, 32, 36), addiert. Im gleichen IC werden D + F = 40 für die MHz-Stelle addiert. Am Ausgang dieses IC stehen also die Zahlen 20...96 in Abständen von 4 im Binärcode zur Verfügung. In einem weiteren 4008 werden für Relaisbetrieb D + F + G = 104 = 128 – 24 addiert. Die Information für die 100-kHz-Schritte kann entweder einem BCD-Schalter oder einem Schalter 1 aus 10 mit nachgeschalteter Diodenmatrix entnommen werden.

Ludwig v. Zech



Diese Schaltung gestattet das direkte Einstellen der Frequenz am 2-m-Synthesizer. Die 100-kHz-Stelle wird entweder mit einem BCD-Schalter oder auch, wie unten gezeigt, mit einem 10stufigen Drehschalter und einer Diodenmatrix ausgewählt

Platine für das Bandzählwerk

Unser Leser Klaus Reißig in Berlin entwickelte für das in Heft 21/1978 auf Seite 1054 beschriebene Bandzählwerk für Kassettenrecorder eine kleine Platine. Dabei wurde gleichzeitig die Stellenzahl der Anzeige auf vier vergrößert. Eine neu hinzugekommene Standby-Schaltung sorgt dafür, daß auch bei Netzausfällen oder beim Abschalten des Bandgerätes der momentane Zählerstand nicht verlorengeht; dies machen drei 1,5-V-Trockenbatterien als „Notstromversorgung" möglich, die eine fast unbegrenzte Lebensdauer haben, da die Anzeige bei Batteriebetrieb abgeschaltet wird und die Schaltung dann einen kaum noch meßbaren Strom aufnimmt. *Bild 1* zeigt die dafür erforderliche kleine Zusatzschaltung; sie findet auf der Platine (*Bild 2*) leicht Platz. *Bild 3* gibt den Bestückungsplan wieder. Dabei ist zu beachten, daß man zweckmäßigerweise zunächst die Brücken unter den ICs einlötet, bevor man die Bauteile bestückt.

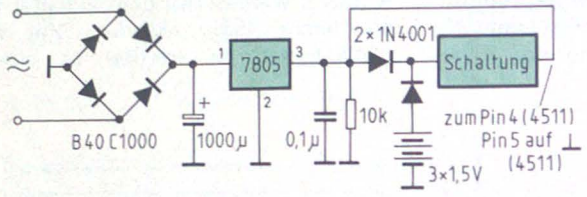
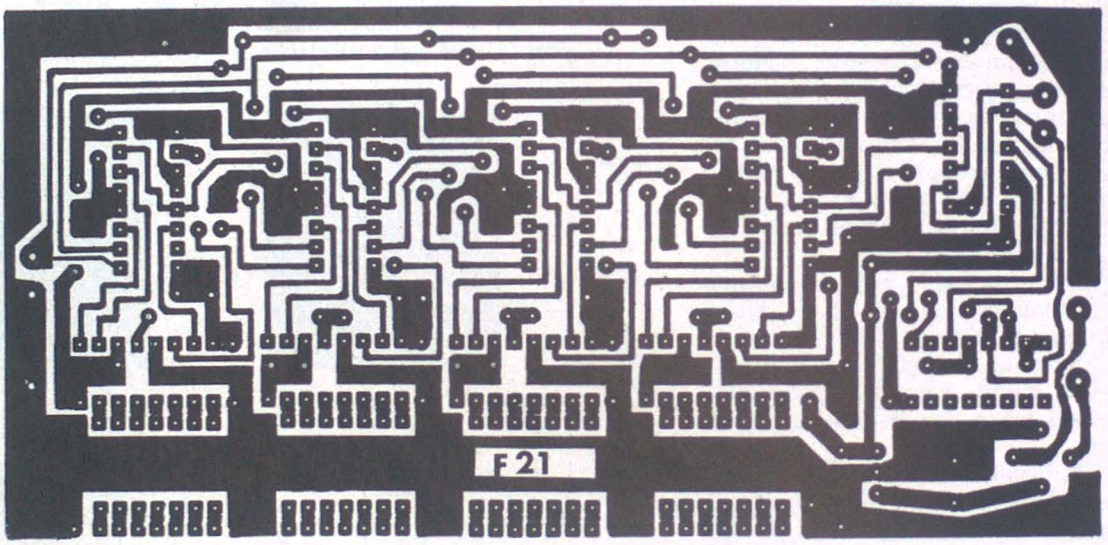


Bild 1. Zusätzlich erforderliche Schaltung für die „Notstromversorgung" mit zwei oder drei Trockenzellen

Bild 2. Platinen-Layout für das Bandzählwerk



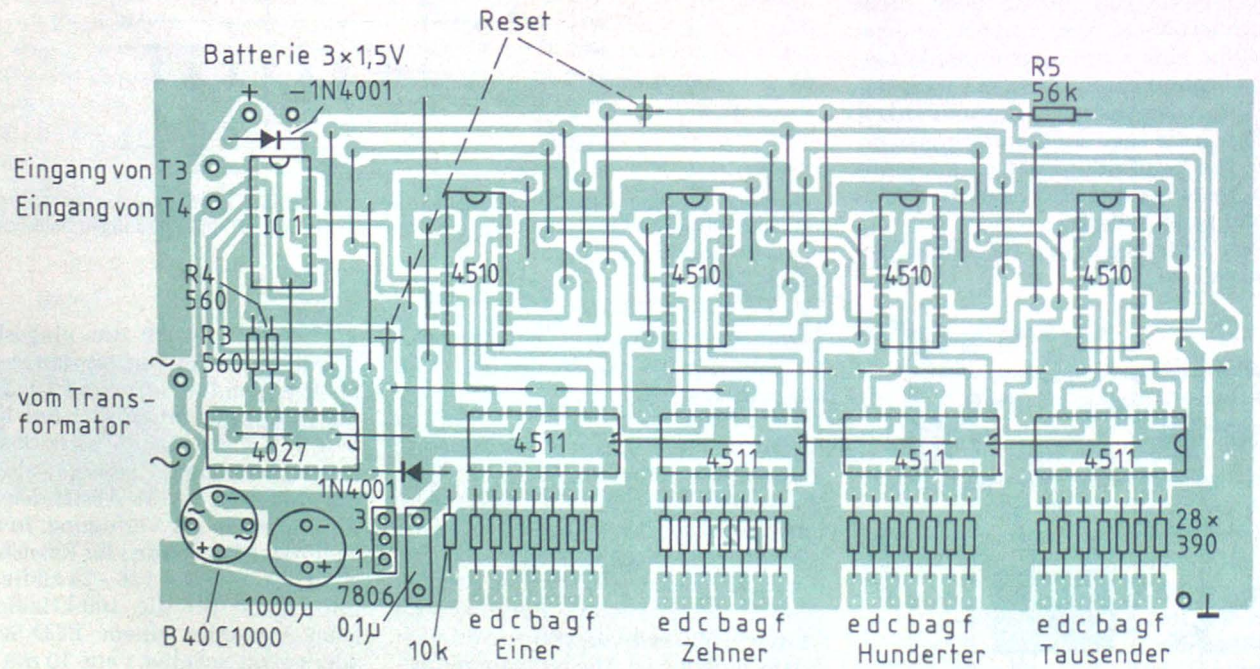


Bild 3. Bestückungsplan. Beim Einlöten der Bauelemente beginnt man sinnvollerweise mit den Drahtbrücken, die zum Teil unter den ICs liegen

Ing. (grad.) Anton Kussmaul

2-m-Empfänger mit dem IC SL 664

2. Teil

Der 2. Teil dieses Beitrags über einen UKW-Empfänger befaßt sich mit dem mechanischen Aufbau und dem Abgleich. Mit einer elektronischen Quarzumschaltung ergibt sich eine Kanalerweiterung.

Der mechanische Aufbau

Das Mustergerät wurde auf einer doppelt kaschierten Leiterplatte aufgebaut. Dies wird unbedingt empfohlen. Da es aber dem Amateur selten möglich ist, durchkontaktierte Leiterplatten anzufertigen, wurde die Schaltung so ausgelegt, daß auf der Bauteileseite nur eine zusätzliche Massefläche ist. Beim Aufbau müssen dann aber Bauteile, die auf Masse liegen, beidseitig eingelötet werden.

Bild 4 zeigt die Platinen-Lötseite, *Bild 5* die Leitungsführung. Das gewählte Leiter-Bild gewährleistet minimale induktive Verkoppelungen und ist leicht zu bestücken. Alle Bauteile sollen so dicht wie möglich auf die Leiterplatte gelötet werden. *Bild 6* zeigt die Bauteile-Seite, also die Massefläche. Alle Widerstände haben $^1/_8$ W.

Der Abgleich

Mittels Signalgenerator, Oszillograf und Hf-Voltmeter ist der Abgleich sehr einfach. Zunächst wird L 5 so eingestellt, daß die Schwingungsamplitude so groß wie möglich ist und der Oszillator sicher anschwingt. Der Tastkopf sollte am Drain-Anschluß von T 3 angelegt werden, um den Schwingkreis nicht zu verstimmen bzw. zu belasten. Unter Betrachtung des Signals am gleichen Punkt werden L 1...L 4 ebenfalls auf Maximum abgeglichen. (Bei angelegtem Signal an die Antenne.)

Nun wird ein 10,7-MHz-Zf-Signal am Eingang des Quarzfilters eingespeist. Bei voller Lautstärke, Rauschsperre auf Minimum, wird nun der Quadraturkreis zunächst auf größte Lautstärke und dann, u. U. etwas „daneben", auf geringsten Klirrfaktor eingestellt. Begrenzt der Nf-Verstärker, ist die Lautstärke zurückzunehmen.

Ein Abgleich ohne Instrumente ist auch möglich, allerdings nicht so genau. Mit einem starken Antennensignal auf dem gewünschten Kanal wird L 5 auf größte Lautstärke bei geringstem Klirrfaktor eingestellt. Dann muß der Empfänger mehrmals aus- und wieder eingeschaltet werden, um das sichere Anschwingen des Oszillators zu prüfen. Nun wird der Quadraturkreis bei minimal wirksamer Rauschsperre auf geringsten Klirrfaktor abgeglichen. Dann, bei reduziertem Eingangssignal (Vorteiler!), werden L 1 bis L 4 auf günstigen Signal-/Rauschabstand eingestellt. Abschließend wird die Rauschsperre noch auf den gewünschten Wert (Signal-/Rauschabstand) eingestellt.

Ausbau zum Empfang mehrerer Kanäle

In der Grundschaltung wurde das Gerät nur für einen Kanal ausgelegt. Natürlich ist mittels eines entsprechend geänderten Oszillators auch eine Abstimmung mit einem Drehkondensator

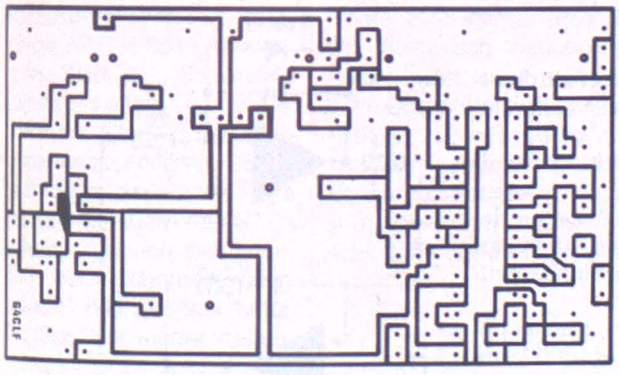


Bild 4. Das Layout der Leiterplatte, Lötseite

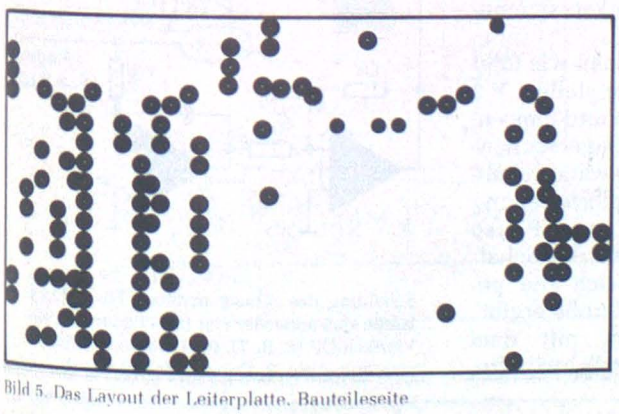


Bild 5. Das Layout der Leiterplatte, Bauteileseite

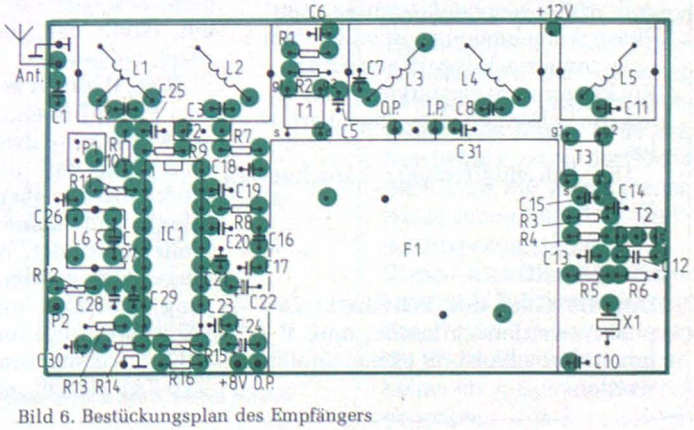


Bild 6. Bestückungsplan des Empfängers

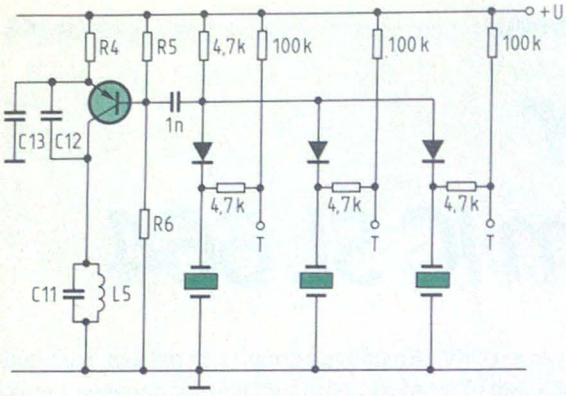


Bild 7. Die elektronische Quarzumschaltung, eine Erweiterung für mehrere Kanäle

möglich. Der Nachbau bringt aber dann erhebliche Schwierigkeiten mit sich, besonders wegen der mangelnden Frequenzstabilität frei schwingender Oszillatoren. Einfacher ist es, für die wichtigsten Kanäle Quarze zu nehmen. Allerdings kommt dann eine mechanische Umschaltung wegen der hohen Frequenzen kaum in Frage.

Bild 7 zeigt die Erweiterung der Schaltung für eine elektronische Quarzumschaltung. Sie erfolgt einfach dadurch, daß der zum gewünschten Quarz gehörende Punkt T auf Masse gelegt wird und somit die jeweilige Diode durchschaltet. Wichtig ist, daß hierfür geeignete Hf-Schaltdioden verwendet werden (z. B. 1 N 916, 1 N 4313).

Bewußt wurde zwar der Empfänger ausführlich beschrieben, jedoch in der kleinsten Ausbaustufe. Waren in letzter Zeit dem Selbstbau eines guten Empfängers Schranken gesetzt, bietet der konsequente Einsatz modernster integrierter Schaltkreise die Gelegenheit, Selbstbau und Entwicklung wieder aufzunehmen und damit an eine – fast schon vergessene – Amateurtradition anzuknüpfen.

Literatur

[1] *Mäusl Rudolf:* Modulationsverfahren in der Nachrichtentechnik, Hüthig-Verlag, Heidelberg, 1975.

[2] *Limann, Otto:* Funktechnik ohne Ballast, Franzis-Verlag, München, 1972.

[3] Plessey Semiconductors: Radio Communications Handbook, Swindon, 1977.

[4] Plessey Semiconductors: Integrierte Schaltkreise für Schmalband-FM, ZF + Demodulation, SL 660, SL 664, SL 665, SL 669, München, 1978.

Schaltungskniff

Klirrarmer Sinusgenerator

Sollte einmal Bedarf für einen besonders klirr- und doch aufwandsarmen Generator im Nf-Bereich bestehen, läßt sich mit wenig Aufwand die folgende Schaltung realisieren (*Bild*).

Die Operationsverstärker 1...3 simulieren einen LC-Schwingkreis mit sehr hoher Güte. Seine Übertragungsfunktion ist näherungsweise:

$$G(p) = \frac{-A \cdot p}{p^2 + \frac{\omega_o \cdot p}{Q} + \omega_o^2}$$

Somit ist nur für $p = j\omega_o$ eine Phase von 180° gegeben. Weitere 180° Phasenverschiebung erzeugt ein symmetrisch-logarithmischer Rückkopplungsverstärker (OP 4), um die Schwingbedingung zu erfüllen.

Die Schwingfrequenz berechnet sich zu:

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

Um die Güte des Schwingkreises positiv werden zu lassen, muß P 2 folgendermaßen dimensioniert werden:

$$P2 > \frac{4}{C \cdot \omega_t}$$

wobei ω_t = Verstärkungsbandbreiteprodukt der Operationsverstärker.

Die Schwingfrequenz sollte ein tausendstel des Verstärkungsbandbreiteprodukts nicht überschreiten, um ein einwandfreies Arbeiten der Schaltung zu garantieren. Auch darf keinesfalls die Slew-Rate überschritten werden.

Beim Aufbau des Rückkopplungsverstärkers ist auf die Wahl möglichst gleicher Dioden zu achten, damit der Verstärker symmetrisch begrenzt.

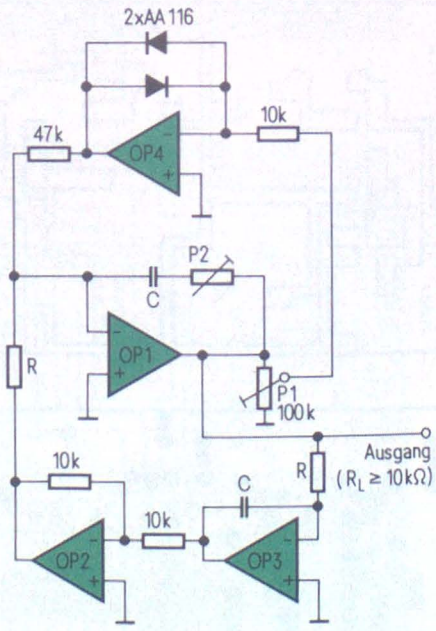
Zum Abgleich geht man wie folgt vor: P 1 auf Masseseite stellen, P 2 auf Kurzschluß drehen und dann so einstellen, daß die Dauerschwingung langsam, aber einwandfrei abklingt und keine Selbsterregung mehr stattfindet. Nun kann P 1 so eingestellt werden, daß die Schaltung schwingt und sich die gewünschte Amplitudengröße ergibt.

Ein Versuchsaufbau mit dem Typ 741 als OP, einer Schwingfrequenz von 1 kHz und einer Amplitude von $U^1 = U_S = 6$ V ergab Klirrfaktorwerte von weniger als 0,02 %.

Axel Goldmann

Literatur

Thomas, L.C.: The Biquad: Part I – Some Practical Design Consideration. IEEE CT-18 (1971) 2, S. 350–357.



Schaltung des Sinusgenerators. Für OP 1...4 lassen sich entweder vier IS 741 oder auch ein Vierfach-OP (z. B. TL 084) einsetzen. Dimensionierung von R, C und P 2: Siehe Text

Farbfernseh-Service

Defekter Hochspannungsanschluß

Ein Farbfernsehgerät kam in die Werkstatt mit der Beanstandung, daß zwar am Vortag noch alles in Ordnung gewesen sei, aber sich das Gerät jetzt nicht mehr einschalten lasse. In solchen Fällen sehe ich immer zuerst im Netzteil nach. Tatsächlich war auf der Platine 4 im Netzteil der NTC R 891 unterbrochen (*Bild 1*). So etwas kommt des öfteren vor und ist durch die Alterung der Bauelemente zu erklären. Schon dachte ich, der Fehler wäre mit dem Erneuern des NTCs behoben, als ich bemerkte, daß der Sicherheitswiderstand R 890 geöffnet hatte. Ich lötete ihn wieder zusammen und nahm das Gerät in Betrieb. Bereits nach kurzer Zeit öffnete der Sicherungswiderstand wieder. Nun versuchte ich, die Spannung +2 zu messen, was mir aber nicht gelang, da der Sicherungswiderstand R 890 immer wieder öffnete. Vorsichtshalber wechselte ich die Endröhren aus, aber wieder ohne Erfolg. Bei genauerem Hinsehen fiel mir auf, daß im Hochspannungskäfig die Röhre B 48 glühte (*Bild 2*); ein Austausch behob den Fehler nicht. Auch kam ich beim Überprüfen von C 42, C 1491, R 2260, R 2258 und C 1936 zu keinem Ergebnis.

Es war inzwischen schon so spät geworden, daß ich beschloß, für diesen Tag die Arbeit zu beenden, um am nächsten Morgen mit neuem Mut weiterzusuchen. Ich schaltete das Radiogerät ab, das den ganzen Tag über in der Werkstatt läuft. Doch der Fehler im Farbfernsehgerät ließ mir keine Ruhe, und ich schaltete es noch einmal ein. In der jetzt ganz ruhigen Werkstatt bemerkte ich nun ein leises Zischen. Irgendwo im Hochvoltteil sprühte es. Nachdem ich das Licht ausgeschaltet hatte, konnte man einen bläulichen Lichtschein an der Stelle erkennen, wo das Hochspannungskabel an die Bildröhre angeschlossen ist. Nach Auswechseln des Hochspannungskabels arbeitete das Gerät wieder einwandfrei.

Deckx Gerold

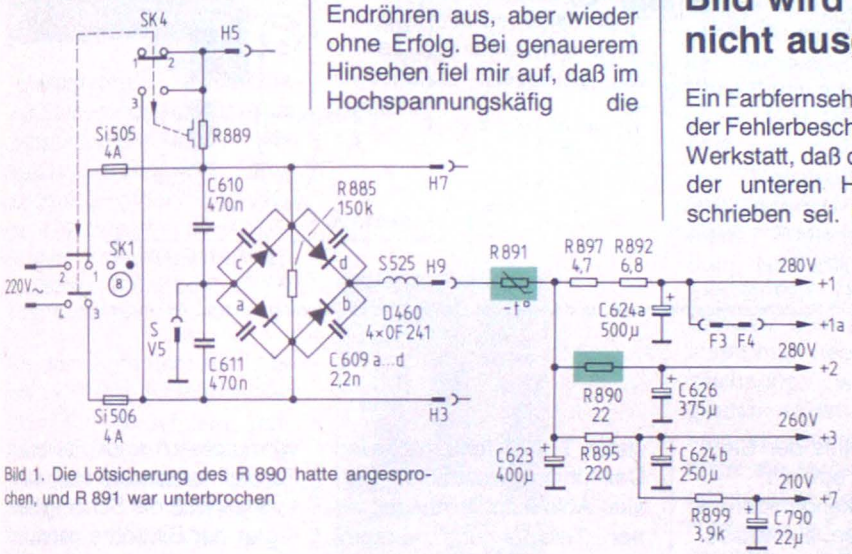


Bild 1. Die Lötsicherung des R 890 hatte angesprochen, und R 891 war unterbrochen

Bild wird in der oberen Hälfte nicht ausgeschrieben

Ein Farbfernsehgerät kam mit der Fehlerbeschreibung in die Werkstatt, daß das Bild nur in der unteren Hälfte ausgeschrieben sei. Nachdem ich das Gerät eingeschaltet hatte, bemerkte ich noch einen zusätzlichen Fehler: Das halbe Bild war am oberen Rand stark durchgebogen. Ich begann mit der Suche nach dem Fehler bei der Nord/Süd-Rasterkorrektur. In dieser Stufe fand ich auch auf Anhieb einen verbrannten Widerstand. Es war der Emitterwiderstand R 519 des Transistors T503 im Nord/Süd-Kissenentzerrungsverstärker. Wie ich vermutete, war der Transistor T 503 ebenfalls defekt. Er hatte einen Emitter-Kollektor-Schluß, und auf diese Weise lagen an dem Widerstand R 519 die vollen 28 V an.

Die Rasterkorrektur besteht aus einem zweistufigen Verstärker (T 501, T 503), der im B-Betrieb arbeitet. Er ist galvanisch gegengekoppelt, so daß ein Nachschwingen des Schwingkreises an der Sekundärseite des Nord/Süd-Ausgangsübertragers (Tr 502, C 506) genügend schnell gedämpft wird. Durch die Eigenart des B-Verstärkers wird nur jede negative Halbwelle des Eingangssignals übertragen. Die positive Halbwelle ergibt sich im Schwingkreis Tr 502, C 506 mit der parallel geschalteten Vertikal-Ablenkspule durch Eigenresonanz. Nach dem Auswechseln der schadhaft gewordenen Teile arbeitete diese Stufe wieder fehlerfrei. Nun begann ich mit der Suche nach dem mir aufgefallenen zusätzlichen Fehler im Vertikal-Ablenkverstärker.

Dieser eisenlose Verstärker arbeitet in Brückenschaltung. Sowohl die Treiber- als auch die Endstufentransistoren arbeiten im A-Betrieb. Das hat gegenüber B-Schaltungen

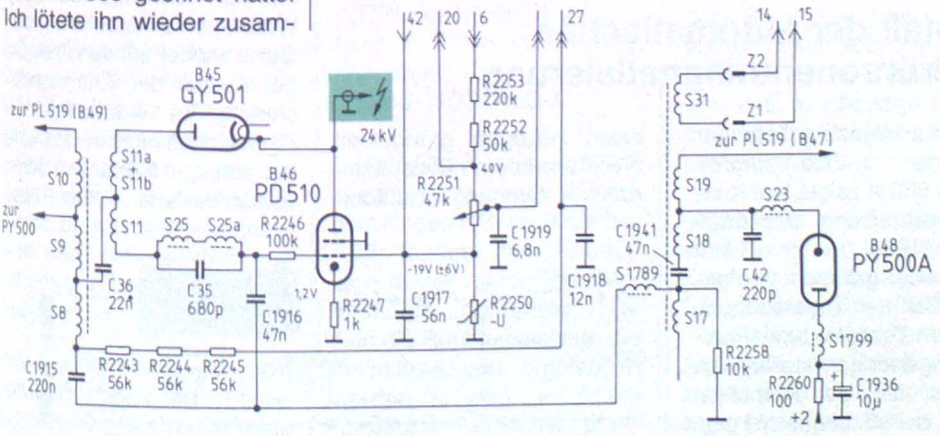
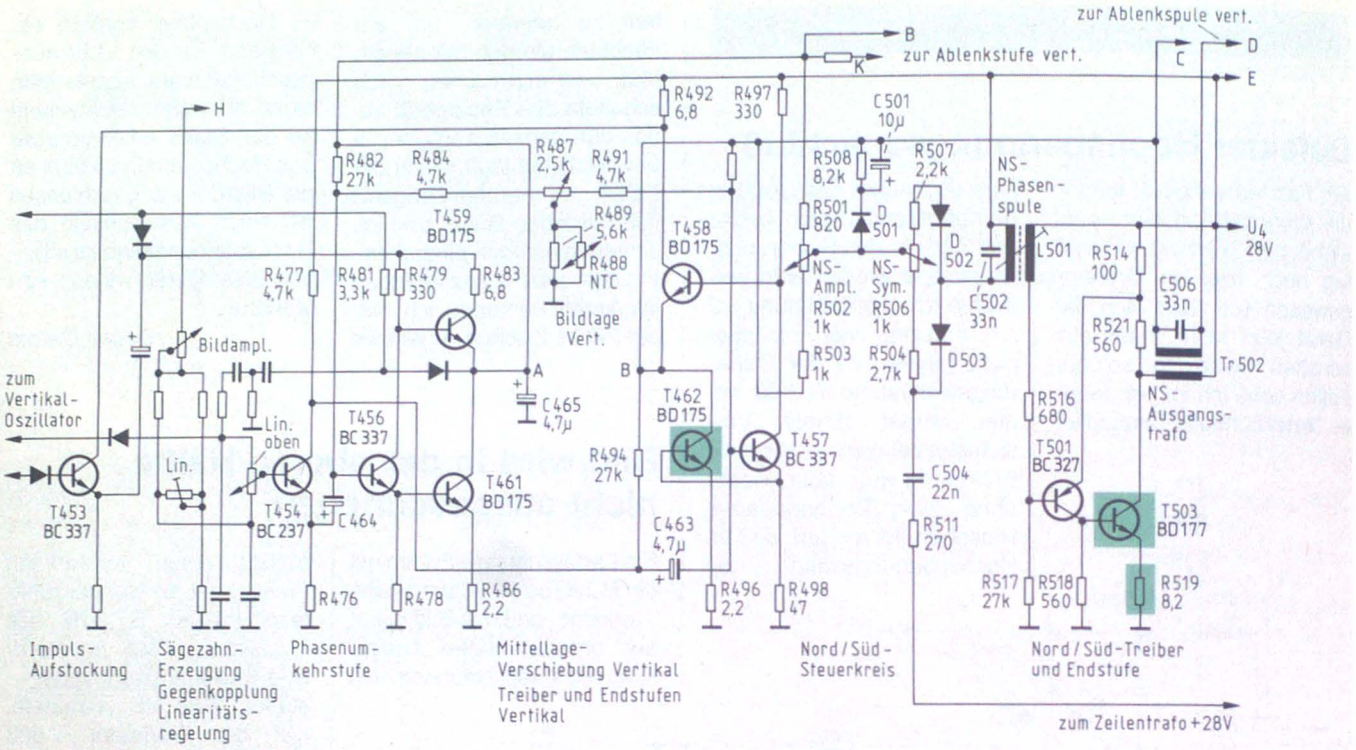


Bild 2. Nur ein leises Zischen und schwaches blaues Leuchten am Hochspannungsanschluß der Bildröhre machte auf den Defekt in der Hochspannungsversorgung aufmerksam



Infolge des Ausfalls von T 503 und R 519 arbeitete die Nord/Süd-Rasterkorrektur nicht mehr, und wegen des Defekts des Brückentransistors T 462 in der Vertikal-Endstufe wurde nur ein Halbbild geschrieben

zwar einen geringeren Wirkungsgrad zur Folge, ermöglicht aber die einfache Ansteuerung durch zwei gegenphasige Sägezahnspannungen.

Die Ansteuerung erfolgt durch zwei von der Phasenumkehrstufe (T 454) gelieferte gegenphasige Sägezahnspannungen mit überlagerten Impulsen, deren Dauer – durch entsprechende Dimensionierung des Oszillators festgelegt – die Rücklaufzeit der Ablenkung bestimmt. Die Endtransistoren T 459, T 462 und T 458, T 461 werden mit einem gleichphasigen Signal angesteuert. Im Gegensatz zu den in Emitterschaltung arbeitenden Brückentransistoren T 461 und T 462 bewirken die Transistoren T 458 und T 459 in Kollektorschaltung keine Spannungsverstärkung.

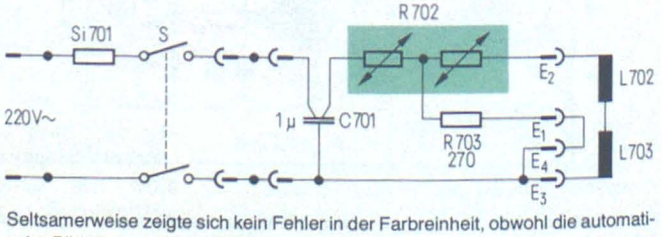
Durch die unterschiedliche Bemessung der Emitter- und Kollektorwiderstände der Treibertransistoren wird das richtige Verhältnis der Steuerspannungen erreicht.

An den Brückenpunkten A und B entstehen, auf Massepotential bezogen, gegenphasige Sägezahnspannungen mit Impulsanteilen. Die Addition dieser Teilspannungen ergibt den für die Ablenkspule notwendigen Spannungsverlauf. Eine Messung ergab, daß der Brückentransistor T 462 fehlerhaft war. Das führte dazu, daß die Vertikal-Ablenkspule nur mit einer Teilspannung versorgt wurde und sich das beschriebene Fehlerbild zeigte.

Nach Auswechseln des Transistors und Neueinstellung der Geometrie und der Kissenentzerrung arbeitete das Gerät wieder einwandfrei. *Detlef Goericke*

Ausfall der automatischen Bildröhrenentmagnetisierung

Ein Farbfernsehempfänger mit der In-Line-Bildröhre A 66 – 500 X zeigte laut Kundenbeschreibung folgenden Fehler: Bild zu grün, Rot kaum oder gar nicht vorhanden. Bei der Untersuchung mit dem Testbild- bzw. Farbbalkengenerator stellte sich heraus, daß der Rotbalken grün, der Grünbalken blau und der Blaubalken rot war. Die Farbreinheit war bis auf einen winzigen grüngelben Fleck am oberen Bildschirmrand in Ordnung. Zunächst vermutete ich einen Fehler im Farbteil, entdeckte aber sehr schnell, daß die Schirmgitterregler der Bildröhre genauso verkehrt reagierten wie die Farbbalken. Es konnte also nur noch so sein, daß die Elektronenstrahlen für Rot, Grün und Blau versetzt auf die Leuchtstreifen trafen. Ich untersuchte nun die Schaltung zur automatischen Entmagnetisierung der Bildröhre und stellte fest, daß der PTC-Widerstand R 702 defekt war. Nach Austausch des Widerstands arbeitete das Gerät wieder einwandfrei. Da bei Ausfall der Entmagnetisierung im Normalfall die Farbreinheit nicht in Ordnung ist, sah der Fehler zunächst sonderbar aus. *Karl Retter*



Seltsamerweise zeigte sich kein Fehler in der Farbreinheit, obwohl die automatische Bildröhrenentmagnetisierung ausgefallen war

Einführung in die digitale Steuerungstechnik

Schaltalgebra, Bausteine und Steuerungsprobleme im Selbstunterricht und in der Praxis. Von Dipl.-Ing. Hans Joachim Siegfried. 1. Auflage, 170 Seiten, 169 Abbildungen. Kart. 30 DM. Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-6411-X

Aus dem Unterricht des Autors an Berufsfachschulen und Technikerschulen entstand dieses in erster Linie praktisch orientierte Buch. Beispiele, Merksätze, Übungs- und Wiederholungsaufgaben vermitteln jene Grundkenntnisse, die zum Verständnis der heute üblich gewordenen digitalen Steuerungstechnik notwendig sind. Die Vorkenntnisse, die der Leser des Buches mitbringen sollte, beschränken sich auf elementare Elektrotechnik wie etwa das Ohmsche Gesetz.

Um das Verständnis der logischen Grundfunktionen wie Oder-, Und-, NOR- und NAND-Gatter zu erleichtern, geht der Autor von einfachen Schalter-Modellen aus, die dann durch Halbleiterelemente ersetzt werden; dabei wird auch die Funktion von Dioden und Transistoren kurz erläutert.

Das Buch orientiert sich nicht an einer bestimmten Logikfamilie und enthält auch keine fertigen Anwendungsschaltungen; vielmehr wird das Vorgehen bei der Entwicklung digitaler Steuerungen erläutert, wobei auch das zur Schaltungsvereinfachung oft angewandte Karnaugh-Diagramm nicht zu kurz kommt. Sowohl vom inhaltlichen Aufbau als auch von der leichtverständlichen Ausdrucksweise des Autors her eignet sich das Buch damit ideal für den Gebrauch an Schulen und für den Selbstunterricht. Es schafft jene Wissensgrundlage, die unbedingt erforderlich ist, um solch komplexe Dinge wie etwa eine Mikrocomputer-Steuerung zu verstehen. Fe.

Sendertabelle

Von Reinhard Schneider und Walter Redlich. 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage unter Berücksichtigung des neuen Genfer Wellenplans für den Lang- und Mittelwellenrundfunk. 96 Seiten mit 18 Abbildungen und 4 Farbtafeln. Kart. 4,80 DM (RPB-electronic-taschenbuch Nr. 46). Franzis-Verlag, München. ISBN 3-7723-0463-X

Der am 23. November 1978 in Kraft getretene neue Wellenplan für den LW- und MW-Bereich machte eine Neuauflage dieser bewährten Sendertabelle notwendig. Hier sind die Rundfunksender, die in Mitteleuropa empfangen werden können, in einem handlichen Bändchen übersichtlich zusammengestellt, so daß dem Hörer das Zurechtfinden in den überfüllten Kanälen erleichtert wird. Darüber hinaus werden ihm noch viele nützliche Hinweise für den Empfang selber gegeben.

In den Tabellen sind die Sender nach Frequenzen (LW- und MW-Bereich) bzw. Kanälen (UKW-Bereich) geordnet und mit ihren Strahlungsleistungen aufgeführt. Im UKW-Bereich wurden außer den Sendern der Bundesrepublik Deutschland und den im Bundesgebiet und in West-Berlin arbeitenden Stationen AFN, BFBS, CFN und FFB auch die UKW-Sender der Nachbarländer DDR, Belgien (mit AFN), Dänemark, Frankreich, Luxemburg, Niederlande (mit AFN und BFBS), Österreich und Schweiz berücksichtigt. Hier findet man neben der Kennzeichnung, welches Programm seiner Rundfunkanstalt ein Sender ausstrahlt, auch die zugehörigen geographischen Koordinaten und Hinweise auf spezielle Programme, z.B. Verkehrsdurchsagen (mit Angabe der Bereichskennung) oder Gastarbeitersendungen.

Beim KW-Bereich beschränkten sich die Autoren auf ein nach Ländern geordnetes Verzeichnis der Stationen, die Sendungen in deutscher Sprache ausstrahlen. Die Angaben entsprechen dem Stand von Ende 1978 und enthalten auch die Sendezeiten sowie Hinweise auf eine evtl. gleichzeitige Übertragung des Programms auf MW oder UKW.

Abgerundet wird die Sendertabelle durch ein Kapitel über Empfangsbestätigungen und QSL-Karten, eine Karte der Verkehrsrundfunksender, Anschriften der Rundfunkanstalten, eine Weltzeittafel und ein Verzeichnis der in den Tabellen benutzten Abkürzungen. Ra.

Halbleiter-Schaltungstechnik

Von U. Tietze und Ch. Schenk. 4. Auflage, 715 Seiten. Ln., 73,50 DM. Springer-Verlag, Heidelberg.

Das inzwischen zu einem Standardwerk gewordene Buch, kurz „Tietze-Schenk" genannt, ist nun bereits in der vierten, völlig neu bearbeiteten Auflage erschienen. Es ist in zwei Teile gegliedert: Der erste Teil ist als Einführung in das Gebiet der Halbleiter-Schaltungstechnik gedacht und wendet sich an Naturwissenschaftler und Studierende. Er enthält den Stoff einer zweisemestrigen Grundlagen-Vorlesung in Elektronik. Auf die physikalischen Vorgänge in den Halbleitern wird dabei bewußt verzichtet. Dem Leser wird statt dessen ein qualitatives Verständnis der Funktionsweise elektronischer Schaltungen vermittelt, was – so die Autoren – ohnehin viel wichtiger als eine durch Bauelemente-Toleranzen ad absurdum geführte genaue Berechnung einzelner Werte ist.

Der zweite Teil des Buches ist anwendungsorientiert aufgebaut und bietet eine Übersicht über die vielfältigen Schaltungsmöglichkeiten speziell bei Verwendung integrierter Schaltungen der Analog- und Digitaltechnik. Auch die nun neu hinzugekommene Mikroprozessor-Technik, die vielfach als Ersatz umständlicher diskret-digitaler Schaltungen dient, wird ausführlich besprochen, und zwar sowohl von der Hardware- als auch von der Software-Seite her. Den Autoren ist es mit dieser vierten Auflage sicher gelungen, ihr Werk an die rasch fortschreitende Technik anzupassen und so dazu beizutragen, daß Studenten nicht mit überholtem Wissen gelangweilt werden – zumindest, was die Schaltungstechnik angeht. Fe.

Neue Druckschriften

In der **Bauelemente-Übersicht 1979** der Thomson-CSF kann man sich über ein umfassendes Programm an aktiven, passiven und elektromechanischen Bauelementen informieren. Auf 30 Seiten ist das Lieferprogramm aufgelistet und mit den entsprechenden Telefonnummern für weitergehende Kontakte versehen. Die Übersicht kann kostenlos angefordert werden bei: Thomson-CSF GmbH, Fallstraße 42, 8000 München 70.

□

Eine **Produktübersicht** über aktive Bauelemente von **Intersil** ist jetzt erhältlich. Es handelt sich dabei um integrierte Schaltungen der verschiedenen Gattungen und diskrete Halbleiter. Es sind jeweils nur die wichtigsten Kenndaten angegeben. Für weitergehende Informationen kann der am Broschürenende befindliche Coupon benutzt werden. (Spezial-Elektronik KG, Hermann-Lingg-Str. 16, 8000 München 2)

□

Von Fairchild wurden eine Reihe von neuen Datenbüchern herausgegeben. Das **Hybrid-Datenbuch** enthält auf über 100 Seiten Unterlagen über Spannungsregler (3...10 A), Leistungstreiber, digitale Anzeigen, Automobilzündmoduln und spezielle „Consumer"-Schaltkreise. Das **„Consumer Data-Book"** enthält alle von Fairchild vertriebenen linearen Consumer-Schaltkreise, deren technische Daten und Beschreibung sowie Applikationsbeispiele und eine Vergleichsliste. Zusammen mit dem **„Interface Data-Book"** findet man hier technische Daten und Beschreibungen der einzelnen Schaltkreise sowie einen Qualitätsreport und eine technische Abhandlung über Datentransportsysteme. Im **„Diode Data-Book"** sind eine Auswahlliste, Vergleichsliste, Zuverlässigkeitsinformationen und natürlich vollständige Datenblätter für alle Standardprodukte enthalten. Der Inhalt wird von einem Verzeichnis der Begriffe ergänzt. Alle diese Bücher sind gegen eine Schutzgebühr vom Te-Wi Verlag, Waldfriedhofstr. 30, 8000 München 70, zu beziehen.

□

Die **Export-Liste von Conrad Electronic** beschreibt Funkgeräte und Zubehör, deren Betrieb zum Teil in der Bundesrepublik nicht zulässig ist. Die angebotenen Richtantennen dürfen zwar errichtet, aber nicht im Zusammenhang mit einem Funkgerät im 11-m-Band betrieben werden. Der Empfang des 10-m-Amateurbandes ist jedoch mit diesen Antennen erlaubt. (Conrad Electronic, Postfach 1120, 8452 Hirschau)

□

Ab sofort sind von der Firma Dema Electronic GmbH der neue ausführliche **3-M-Katalog** und die Preisliste Januar 1979 kostenlos erhältlich. Besonders erwähnenswert sind die neuen verriegelbaren Steckverbinder mit bis zu 60 Kontakten. Speziell die Pfostenverbinder sind jetzt mit zusätzlichen Codiermöglichkeiten versehen und durch die Verriegelungen auch für militärische Anwendungen geeignet. (Dema Electronic GmbH, Blütenstraße 21, 8000 München 40)

□

Im **CB-Master-Zubehörkatalog** sind Antennen, Mikrofone, Kopfhörer, Verstärker, Meßgeräte und vieles andere Zubehör für den CB-Funk zu finden. Auf 32 Seiten wird speziell dem an DX interessierten CB-Funker alles angeboten, was der Reichweitenerhöhung seiner Station dienen kann. (Lothar Albrecht, Dovenkamp 11, 2073 Lütjensee)

□

Der Valvo Signetics-Kurzkatalog **Speicher, Mikroprozessoren, Microcomputer 1979** ermöglicht einen schnellen Überblick über die Entwicklungssysteme und das Software-Angebot. (Valvo, Unternehmensbereich Bauelemente, Postfach 10 63 23, 2000 Hamburg 1)

□

Besonders umfangreich ist die **Sonderliste 1 von Völkner** geworden. Neben vielen anderen Neueingängen sind die „Grigelat-Bausteine" erwähnenswert. Sie zeichnen sich durch eine sehr geringe Reklamationsquote aus. Auf 144 Seiten findet sich fast alles, was des Bastlers Herz begehrt. Auch kann man sich über etliche Sonderangebote und Restposten informieren. (Völkner Electronic, Marienberger Straße, 3300 Braunschweig, Postfach 5320)

□

Das **Sprechfunk-Programm 1979 von Sommerkamp** ist jetzt erschienen. Es umfaßt hauptsächlich leistungsfähige CB-Funkgeräte und Geräte für den Amateurfunk. Unter anderem ist ein CB-Funkgerät enthalten, welches die Ausmaße des TS 712 hat, aber 170 W leistet und 360 Kanäle in AM/FM/SSB besitzt. (Sommerkamp Electronic, Postfach 176, CH-6903 Lugano/Schweiz)

□

In einer 110seitigen **Broschüre** in englischer Sprache stellt Sanken 24 **Leistungstransistoren** für 0,5...200 W und Spannungen von 20...700 V vor. Der Katalog enthält ausführliche Diagramme aller vorgestellten Typen. Die Schutzgebühr beträgt 5 DM. (Ditratherm, Halbleitervertrieb der Ernst Roederstein GmbH, Ludmillastr. 23-25, 8300 Landshut/Bayern)

□

Portables und Kassettenrecorder enthält der reich bebilderte **Katalog von Aiwa.** Ferner kann man sich über Zubehör wie Kopfhörer, Mikrofone, Batterie-Adapter und Lautsprecherboxen informieren. (Aiwa Verkaufs- und Service GmbH, Vogelsanger Straße 165, 5000 Köln 30)

Funkschau

Impressum, Fortsetzung von Seite 14

Anzeigen Auslandsvertretungen:
Schweiz: Exportwerbung, Neptunstraße 20, CH-8032 Zürich, Tel.: 01-47 46 90, telex 53 327 – **United Kingdom:** Publicitas Ltd., 525/527 Fulham Road, London SW6 1 HF, phone: 01-3 85 77 23, telex: 919 223 almilon – **Japan:** International Media Ltd., 1, Shiba-Kotohiracho, Minatoku, Tokyo, phone: 502-06 56, telex: J 22 633 – **Korea:** International Marketing Corp., C.P.O. Box 6533, Seoul, Korea, phone: 74 75 35 – **USA:** INTA Advertising, Inc., 1560 Broadway, New York, N. Y. 10036, phone: (212) 575-92 92 – California: Elmatex international, P.O. Box 34 607, Los Angeles, Calif. 900 34, Tel. (2 13) 8 21-85 81.

Bezug Auslandsvertretungen:
Belgien: Internationaal Persagentchap PVBA, Karel Govaertsstraat 56–58, Deurne-Antwerpen. – **Dänemark:** Jul, Gjellerups Boghandel, Kopenhagen K., Solvgade 87. – **Niederlande:** De Muiderkring N. V., Bussum, Nijverheidswerf 17-19-21. – **Österreich:** Fachbuch Center Erb, 1061 Wien, Amerlingstr. 1. – **Schweiz:** Verlag Thali AG, Hitzkirch (Luzern).

Frankreich: Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, F-75010 Paris.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.
Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.
Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Empfängern, Funksprechgeräten, drahtlosen Mikrofonen und anderen Funkanlagen in der Bundesrepublik Deutschland sind die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen zu beachten.

Für Bauanleitungen und Schaltungen in der FUNKSCHAU zeichnen die Verfasser bzw. die Schaltungsentwickler verantwortlich. Die Redaktion hat die Manuskripte und Schaltungen mit größter Sorgfalt geprüft, kann aber für Fehler im Text, in Schaltbildern, Aufbauskizzen, Stücklisten usw., die zum Nichtfunktionieren oder evtl. zum Schadhaftwerden von Bauelementen führen, weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Sämtliche Veröffentlichungen in der FUNKSCHAU erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes, auch werden Warennamen ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benützt.

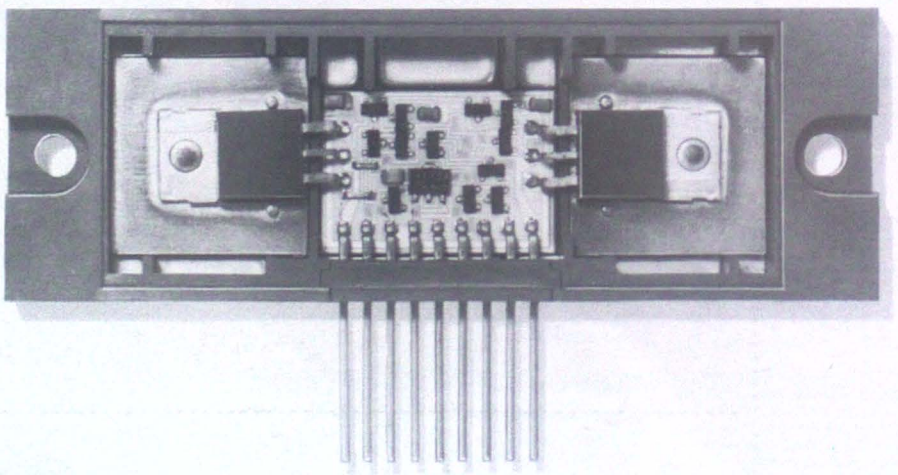
Chiffre-Zuschriften dürfen sich nur auf den Inhalt der betreffenden Anzeigen beziehen. Zuschriften, die wir als Werbesendungen erkennen, werden nicht weitergeleitet.

Wir stellen aus:
Bauelemente-
Zentrum, Halle 12,
2. Obergeschoß

Audio-Leistungsverstärker OM 931 und OM 961.

Unter den Produktbezeichnungen **OM 931** und **OM 961** bietet Valvo zwei kurzschlußfeste Audio-Leistungsverstärker mit Sinus-Ausgangsleistungen von 30 W und 60 W an.

Kurzdaten	OM 931	OM 961
Speisespannung U_P (symmetrisch)	± 23 V/± 26 V	± 31 V/± 35 V
Sinus-Ausgangsleistung P_O		
an $R_L = 4\ \Omega$	30 W/± 23 V	60 W/± 31 V
an $R_L = 8\ \Omega$	30 W/± 26 V	60 W/± 35 V
Klirrfaktor k_{ges} (1 W, 1 kHz)	0,02%	0,02%
Signal-Rauschabstand S/N $P_O = 50$ mW, breitbandig, unbelastet	75 dB	75 dB



In Dünnschicht-technik.

379

Informationen unter 1439
Artikelgruppe Integrierte Techniken
Burchardstraße 19, 2000 Hamburg 1
Telefon (040) 32 96-516

Bauelemente
für die gesamte
Elektronik

VALVO